



**Universidade de Aveiro**  
**Ano 2018**

Departamento de Comunicação e Arte  
Departamento de Educação e Psicologia

**MARIA ISABEL  
GOMES DOS  
SANTOS**

**AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO  
MATEMÁTICO DE ALUNOS COM PERTURBAÇÃO  
DO ESPETRO DO AUTISMO**



**MARIA ISABEL  
GOMES DOS  
SANTOS**

**AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO  
DE ALUNOS COM PERTURBAÇÃO DO ESPETRO DO  
AUTISMO**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Multimédia em Educação, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Maria Reis d'Azevedo Breda, Professora Associada com Agregação do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro e da Professora Doutora Ana Margarida Pisco Almeida, Professora Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

Apoio financeiro da Fundação  
Calouste Gulbenkian

Apoio financeiro da FCT e do FSE  
no âmbito do III Quadro  
Comunitário de Apoio.



Dedico este trabalho de investigação a todas as crianças e jovens com Perturbação do Espectro do Autismo.

Todo o trabalho desenvolvido foi a pensar neles, nas suas famílias e nos profissionais que com eles trabalham, no sentido de melhorar o acesso e equidade do processo de ensino e de aprendizagem da matemática e a sua participação ativa e inclusiva nos contextos escolar, social e profissional.

## **o júri**

Presidente

**Prof. Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte**

Professor Catedrático do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Ana Maria Reis D'Azevedo Breda**

Professora Associada com Agregação do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor António José Meneses Osório**

Professor Associado com Agregação do Instituto de Educação da Universidade do Minho

**Prof. Doutor Pedro Henrique e Figueiredo Quaresma de Almeida**

Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Prof. Doutora Paula Ângela Coelho Henriques dos Santos**

Professora Auxiliar do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro

## Agradecimentos

*O lema da minha vida sempre foi e será nunca desistir perante as adversidades que a vida proporciona.*

Agradeço às minhas estimadas orientadora Professora Doutora Ana Maria Reis D'Azevedo Breda e coorientadora Professora Doutora Ana Margarida Pisco Almeida pelo apoio incondicional que sempre me deram, pela constante disponibilidade, pela proteção e motivação nos momentos mais difíceis e pelo rigor, supervisão, conselhos, ensinamentos, reflexões, críticas e sugestões preciosas na condução desta investigação,

Agradeço à Universidade de Aveiro e à Fundação para Ciência e Tecnologia o apoio financeiro concedido para realizar parte dos estudos conducentes a este doutoramento.

Agradeço à Fundação Calouste Gulbenkian o financiamento do projeto Ambiente de Aprendizagem de Matemática para Autistas que possibilitou a realização de uma importante componente desta investigação.

Agradeço ao Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações da Universidade de Aveiro pelo apoio financeiro concedido para a participação em diversos congressos, o que possibilitou a disseminação do trabalho de investigação desenvolvido.

Agradeço a todos os elementos que integraram a equipa multidisciplinar da Linha Temática Geometrix do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações da Universidade de Aveiro, que participaram no desenvolvimento do protótipo.

Agradeço à Catarina Lázaro e à Ritinha Eugénia Marinheiro Lima pela dedicação e disponibilidade em oferecer os áudios incorporados no protótipo desenvolvido.

Agradeço ao Agrupamento de Escolas de Esgueira (Aveiro) que apoiou a realização do estudo preliminar e o teste, no terreno, do protótipo desenvolvido.

Agradeço às professoras de educação especial que integraram as sessões do estudo preliminar e de teste e avaliação inicial do protótipo pelo carinhoso acolhimento e flexibilidade com que receberam este desafio e pelos contributos que deram para a prossecução desta investigação: à Elza Lobo, à Carmen Alvarinho e Maria Pinheiro.

Agradeço aos técnicos de saúde, às professoras de educação especial e ao jovem com Perturbação do Espectro do Autismo que participaram no estudo preliminar e aos formandos que participaram na ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido, pelo entrega e entusiasmo com que sempre participaram nos encontros e cujos contributos foram essenciais para o processo de desenvolvimento do protótipo.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Professora Doutora Paula Ângela Coelho Henriques dos Santos e à Dra. Gracinda dos Anjos de Bessa Ferreira Martins pelo auxílio prestado numa das entrevistas realizadas no estudo preliminar, pelo carinho com que sempre me dedicaram, pela força e incentivos ao longo do meu percurso na Universidade de Aveiro.

Agradeço a todas as crianças com Perturbação do Espectro do Autismo que integraram as sessões do estudo preliminar e de teste e avaliação inicial do protótipo, pelo carinho e entusiasmo com que participaram.

Agradeço a todos os meus amigos pelo encorajamento e carinho ao longo do percurso para a realização deste trabalho de investigação, em especial à minha amiga Yola Filomena Ferreira Marinho, companheira de jornada, amiga e confidente desde que nos conhecemos na sessão de apresentação do Programa Doutoral em Multimédia em Educação e nos tornamos as melhores amigas. Quero agradecer-te todo o teu apoio, amizade, carinho, conforto, coragem e força que me deste ao longo de todo este percurso. A vocês Maria do Rosário Fonseca Rebelo e Yola Filomena Ferreira Marinho o meu profundo agradecimento pelo apoio incondicional que sempre me deram e por influenciarem o percurso da minha vida.

Agradeço à minha família, aos meus pais e ao meu irmão pelo apoio, pela compreensão da minha ausência em determinados momentos e pelos ensinamentos de vida. Em especial, quero agradecer à minha mãe por ela ter sempre acreditado nas minhas capacidades e lutado por mim desde o primeiro momento em que descobriu que eu tinha paralisia cerebral. A ti Mãe, o meu mais sincero e profundo agradecimento. Esta Tese também é tua.

Agradeço a todos aqueles que cruzaram o meu caminho e me ajudaram a crescer enquanto pessoa e investigadora.

A todos, um bem-haja!

## **palavras-chave**

Perturbação do Espectro do Autismo; Tecnologias Digitais; Raciocínio Matemático; Inclusão; Acesso;

## **Resumo**

Esta investigação centrou-se no estudo das especificidades das crianças com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) e na integração das tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem da matemática destas crianças, entendidas como instrumento de apoio ao desenvolvimento de capacidades matemáticas, nomeadamente, a do raciocínio matemático no domínio da geometria. Neste enquadramento, foi conceptualizado, prototipado e avaliado um ambiente digital com modalidades de adaptação dinâmica das atividades propostas ao perfil do utilizador, no sentido de apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático, cujos princípios orientadores e requisitos funcionais decorreram do levantamento das especificidades do público-alvo e da revisão de literatura efetuada. Do ponto de vista metodológico, foram adotados procedimentos inspirados em três abordagens principais: investigação de desenvolvimento, estudo de caso e investigação-ação, tendo o protótipo do ambiente digital assumido o papel de principal instrumento metodológico.

A presente investigação foi estruturada em sete fases principais. A primeira fase foi dedicada à revisão de literatura e apoiou todas as fases seguintes. Na segunda fase foi conduzido um estudo preliminar composto por três etapas: entrevistas a técnicos de saúde, a professoras de educação especial e a um jovem com PEA; levantamento de casos de crianças com PEA de escola de referência do concelho de Aveiro; e sessões de atividades exploratórias utilizando o GeoGebra com as crianças com PEA, na procura de aprofundar o estudo das especificidades e necessidades destas crianças. Na terceira fase avançou-se para a especificação e desenvolvimento da primeira versão do protótipo, tendo esta fase sido assegurada por uma equipa multidisciplinar. A quarta fase foi dedicada ao teste e avaliação inicial do protótipo com a participação direta de 4 alunos com PEA e dos seus professores de educação especial. A quinta fase teve por objetivo reajustar e adaptar o protótipo às experiências observadas e relatadas pelos intervenientes durante a fase de teste e avaliação inicial do protótipo, sendo que estas serviram de alicerces para a segunda versão do protótipo. Na sexta fase foram realizadas duas edições de uma ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido com a participação de 23 formandos. Esta fase culminou com a análise e discussão dos dados recolhidos das experiências descritas pelos formandos e com um novo reajuste do protótipo, dando lugar à terceira versão do protótipo. Na sétima e última fase procedeu-se à redação das principais conclusões, tendo-se concluído sobre a validade do modelo conceptual proposto e a adequação do protótipo desenvolvido à finalidade de apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático das crianças com PEA, entre outras competências essenciais para o sucesso educacional e profissional.

## **Keywords**

Autism Spectrum Disorder, Digital Technologies, Mathematical Reasoning; Inclusion, Access;

## **Abstract**

This research focused on the study of the specificities of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and the integration of digital technologies in the teaching and learning of children's mathematics, understood as a tool to support the development of mathematical abilities, namely, that of mathematical reasoning in the field of geometry. In this framework, it was conceptualized, prototyped and evaluated a digital environment with dynamic adaptation modalities of the proposed activities to the user's profile, to support the development of mathematical reasoning, whose guiding principles and functional requirements arose from the survey of the specifics of the target audience and literature review. From a methodological point of view, procedures were adopted inspired by three main approaches: development research, case study and action research, with the prototype of the digital environment assuming the role of the main methodological instrument.

The present research was structured in seven main phases. The first phase was dedicated to literature review and supported all subsequent phases. In the second phase, a preliminary study was conducted consisting of three stages: interviews with health technicians, special education teachers and a young person with ASD; survey of cases of children with ASD from a reference school in the municipality of Aveiro; and sessions of exploratory activities using GeoGebra with children with ASD, in an effort to deepen the study of the specificities and needs of these children. In the third phase, we advanced to the specification and development of the first version of the prototype, this phase being assured by a multidisciplinary team. The fourth phase was dedicated to the initial test and evaluation of the prototype with the direct participation of 4 students with ASD and their special education teachers. The fifth phase aimed to readjust and adapt the prototype to the experiences observed and reported by the participants during the test phase and initial evaluation of the prototype, and these served as a foundation for the second version of the prototype. In the sixth phase two editions of a training action on the prototype's functionalities were carried out with the participation of 23 trainees. This phase culminated in the analysis and discussion of the data collected from the experiments described by the trainees and with a new readjustment of the prototype, giving rise to the third version of the prototype. In the seventh and last phase, the main conclusions were drawn, and the validity of the proposed conceptual model and the adequacy of the developed prototype to support the development of the mathematical reasoning of children with ASD, among other essential educational and professional success.

## **ÍNDICE GERAL**

<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE APÊNDICES.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE ESQUEMAS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DOS ACRÓNIMOS .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 MOTIVAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO .....	17
1.2 APRESENTAÇÃO DAS QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS .....	18
1.3 APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA TESE .....	20
<b>PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2 – PERTURBAÇÃO DO ESPETRO DO AUTISMO .....</b>	<b>25</b>
2.1 DEFINIÇÃO E EVOLUÇÃO DO CONCEITO .....	25
2.2 CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO (AVALIAÇÃO, DESPISTE E REFERENCIAÇÃO DA PEA).....	26
2.3 FATORES ETIOLÓGICOS DA PEA .....	29
2.4 EPIDEMIOLOGIA .....	29
2.5 CARATERÍSTICAS ASSOCIADAS ÀS PEA.....	30
2.6 PERFIL ACADÉMICO DAS CRIANÇAS COM PEA .....	32
<b>CAPÍTULO 3 – TECNOLOGIAS DIGITAIS NO APOIO AO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM PEA.....</b>	<b>35</b>
3.1 A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM PEA .....	35
3.2 RECOMENDAÇÕES DE ACESSIBILIDADE PARA UTILIZADORES COM PEA .....	37
<b>CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DA COMPETÊNCIA MATEMÁTICA .....</b>	<b>41</b>
4.1 A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA .....	41
4.2 CONCEITO DE COMPETÊNCIA MATEMÁTICA.....	42
4.3 CAPACIDADES MATEMÁTICAS A DESENVOLVER NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ....	51
4.3.1 CAPACIDADE – COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA .....	53
4.3.2 CAPACIDADE – MATEMATIZAÇÃO.....	53
4.3.3 CAPACIDADE – REPRESENTAÇÃO .....	54
4.3.4 CAPACIDADE – RACIOCÍNIO E ARGUMENTAÇÃO.....	54
4.3.5 CAPACIDADE – ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	58
4.3.6 CAPACIDADE – USO DE LINGUAGEM E OPERAÇÕES SIMBÓLICAS .....	59
4.3.7 CAPACIDADE – USO DE FERRAMENTAS MATEMÁTICAS .....	59
4.4 CAPACIDADES MATEMÁTICAS E PEA .....	67
4.5 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA PEA .....	70
4.5.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES NO DOMÍNIO CIENTÍFICO DA MATEMÁTICA EM CRIANÇAS COM PEA .....	73
<b>PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO.....</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO 5 – OPÇÕES METODOLÓGICAS.....</b>	<b>77</b>
5.1 PROCEDIMENTOS.....	78
5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS .....	83
<b>CAPÍTULO 6 – PROCESSO DE PROTOTIPAGEM, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
6.1 ESTUDO PRELIMINAR .....	85

6.1.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS AOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE E EDUCAÇÃO E AO JOVEM COM PEA .....	86
6.1.2	LEVANTAMENTO DE CASOS DE CRIANÇAS COM PEA DO DISTRITO DE AVEIRO .....	90
6.1.2.1	CARATERIZAÇÃO INICIAL DOS ALUNOS PARTICIPANTES .....	90
6.1.3	SESSÕES DE ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM GEOGEBRA .....	96
6.1.3.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS .....	97
6.1.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO PRELIMINAR .....	98
6.2	PROCESSO DE PROTOTIPAGEM .....	99
6.2.1	CONCEPTUALIZAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO (MODELO CONCEPTUAL DO AMBIENTE DIGITAL) .....	100
6.2.2	ESPECIFICAÇÃO E DESENHO DAS ATIVIDADES MATEMÁTICAS .....	103
6.2.3	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	113
6.2.3.1	IDENTIDADE VISUAL DO PROTÓTIPO .....	116
6.2.3.2	DESENHO GRÁFICO DAS INTERFACES .....	116
6.3	PROCESSO DE VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO DO AMBIENTE DIGITAL LEMA .....	119
6.3.1	SESSÕES DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO .....	120
6.3.1.1	OBJETIVOS DO TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO .....	122
6.3.1.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO .....	125
6.3.1.2.1	CAPACIDADE DE INTERAÇÃO .....	126
6.3.1.2.2	CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES MATEMÁTICAS .....	131
6.3.1.2.3	CAPACIDADE DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO .....	135
6.3.1.2.4	MOTIVAÇÃO/SATISFAÇÃO, DISTRAÇÃO/CANSAÇO .....	146
6.3.1.2.5	ENTREVISTAS AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO ESPECIAL .....	150
6.3.1.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO INICIAL E SUGESTÕES PARA A EVOLUÇÃO DO PROTÓTIPO .....	159
6.3.2	I REAJUSTE DO PROTÓTIPO – SEGUNDA VERSÃO DO LEMA .....	162
6.3.3	AÇÃO DE FORMAÇÃO - FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE DIGITAL DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA CRIANÇAS COM PEA: LEMA .....	173
6.3.3.1	ANÁLISE DE RESULTADOS DAS AÇÕES DE FORMAÇÃO .....	175
6.3.3.2	DISCUSSÃO DE RESULTADOS DAS AÇÕES DE FORMAÇÃO .....	242
6.3.4	II REAJUSTE DO PROTÓTIPO – TERCEIRA VERSÃO DO LEMA .....	243
6.3.5	DESCRIÇÃO FINAL DO PROTÓTIPO DO LEMA .....	251
6.3.5.1	FUNCIONALIDADES DA INTERFACE “ALUNO” .....	251
6.3.5.2	FUNCIONALIDADES DA INTERFACE “EDUCADOR/PROFESSOR/TUTOR” .....	257
<b>CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES .....</b>		<b>263</b>
7.1	CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO .....	263
7.2	LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO E DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	267
7.3	PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO E SUGESTÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS .....	268
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>271</b>



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1 – ACREDITAÇÃO DA AÇÃO DE FORMAÇÃO - FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE DIGITAL DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA CRIANÇAS COM PEA: LEMA .....	285
--	-----

## **ÍNDICE DE APÊNDICES**

APÊNDICE 1 – CARTA AO AGRUPAMENTO DE ESCOLAS .....	289
APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO .....	291
APÊNDICE 3 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA AOS TÉCNICOS DE SAÚDE .....	292
APÊNDICE 4 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO ESPECIAL .....	295
APÊNDICE 5 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA A JOVEM COM PEA .....	299
APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM MATEMÁTICA .....	301
APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM TECNOLOGIAS DIGITAIS .....	303
APÊNDICE 8 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A1, A3, A4 E A7 ....	305
APÊNDICE 9 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A2.....	307
APÊNDICE 10 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A5.....	309
APÊNDICE 11 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A6.....	311
APÊNDICE 12 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA .....	313
APÊNDICE 13 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A1 ..	315
APÊNDICE 14 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A2 ..	317
APÊNDICE 15 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A3 ..	319
APÊNDICE 16 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A4 ..	321
APÊNDICE 17 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A5 ..	323
APÊNDICE 18 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A6 ..	326
APÊNDICE 19 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA, ALUNO A7 ..	328
APÊNDICE 20 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO ....	330
APÊNDICE 21 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO – ALUNO A3 .....	335
APÊNDICE 22 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO – ALUNO A4 .....	341
APÊNDICE 23 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO – ALUNO A6 .....	349
APÊNDICE 24 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO – ALUNO A7 .....	357
APÊNDICE 25 – GUIÃO DE INQUÉRITO POR ENTREVISTA A PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL.....	363
APÊNDICE 26 – QUESTIONÁRIO PRÉ-FORMAÇÃO .....	366
APÊNDICE 27 – QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE DO AMBIENTE DIGITAL LEMA.....	369
APÊNDICE 28 – QUESTIONÁRIO SOBRE A ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA-PEDAGÓGICA DAS ATIVIDADES INCORPORADAS NO LEMA .....	375
APÊNDICE 29 – QUESTIONÁRIO PÓS-FORMAÇÃO .....	377

## **ÍNDICE DE ESQUEMAS**

ESQUEMA 1: DESENHO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA.....	82
ESQUEMA 2: MODELO CONCEPTUAL DO AMBIENTE DIGITAL, IN SANTOS, BREDI E ALMEIDA (2015).....	102
ESQUEMA 3: MOMENTOS PRINCIPAIS DO TESTE E AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO .....	120
ESQUEMA 4: ESTRUTURA DA ATIVIDADE NO LEMA .....	244

## **ÍNDICE DE QUADROS**

QUADRO 1: QUADRO TEÓRICO PROPOSTO REFERENTE ÀS CAPACIDADES FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA (COLUNA VERTICAL MAIS À ESQUERDA) NO DOMÍNIO DA GEOMETRIA EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS MATEMÁTICOS (TOP DA LINHA HORIZONTAL) .....	61
--	----

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1: FLOR REPRESENTATIVA DAS OITO COMPETÊNCIAS DO PROJETO KOM (Niss, 2015) .....	44
FIGURA 2: MODELO DE LITERACIA MATEMÁTICA NA PRÁTICA PROPOSTO PELO PISA .....	46
FIGURA 3: CICLOS DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO.....	80
FIGURA 4: PROCESSO DE PROTOTIPAGEM .....	100
FIGURA 5: QUADRO DO DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM.....	114
FIGURA 6: <i>MOCK-UP</i> GENÉRICO DO PROTÓTIPO LEMA .....	115
FIGURA 7: <i>MOCK-UPS</i> DOS TEMPLATES DAS ATIVIDADES ESPECIFICADAS .....	115
FIGURA 8: IMAGEM DA IDENTIDADE VISUAL – LOGOTIPO .....	116
FIGURA 9: ECRÃ INICIAL – 1ª VERSÃO LEMA .....	117
FIGURA 10: SELEÇÃO DE ITENS.....	117
FIGURA 11: LIGAÇÃO DE ITENS.....	117
FIGURA 12: ENTRADA DE DADOS.....	117
FIGURA 13: ITENS ARRASTÁVEIS .....	117
FIGURA 14: ITENS CLICÁVEIS.....	117
FIGURA 15: OBSERVAÇÃO DE VÍDEOS E SELEÇÃO DE ITEM .....	117
FIGURA 16: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> POSITIVO – 1ª VERSÃO LEMA.....	118
FIGURA 17: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> NEGATIVO – 1ª VERSÃO LEMA.....	118
FIGURA 18: <i>FEEDBACK</i> TUTORIAL – 1ª VERSÃO LEMA.....	118
FIGURA 19: DESIGNAÇÃO DO CONTRASTE DA FONTE NA ATIVIDADE – 2ª VERSÃO LEMA .....	163
FIGURA 20: EXEMPLO ATIVIDADE IMPLEMENTADA – 2ª VERSÃO LEMA.....	163
FIGURA 21: BOTÕES E ÍCONES – 2ª VERSÃO LEMA .....	164
FIGURA 22: <i>FEEDBACK</i> VISUAL – SELEÇÃO DE UM OBJETO – 2ª VERSÃO LEMA .....	165
FIGURA 23: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> POSITIVO NO FIM DA EXECUÇÃO CORRETA DA ATIVIDADE – 2ª VERSÃO LEMA. 165	
FIGURA 24: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> NEGATIVO COM A INDICAÇÃO DE UMA PISTA PARA RESOLVER A ATIVIDADE – 2ª VERSÃO LEMA.....	165
FIGURA 25: ECRÃ NO FINAL DE TRÊS RESPOSTAS ERRADAS – 2ª VERSÃO LEMA.....	165

FIGURA 26: ECRÃ FINAL DE UM CONJUNTO DE ATIVIDADES PELO UTILIZADOR – 2ª VERSÃO LEMA .....	165
FIGURA 27: ECRÃ COM BOTÃO "DICA", COM A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE PERÍMETRO – 2ª VERSÃO LEMA .....	166
FIGURA 28: PARTIÇÃO DE UMA ATIVIDADE EM TAREFAS MAIS SIMPLES – 2ª VERSÃO LEMA .....	166
FIGURA 29: ECRÃ DO <i>FEEDBACK</i> DE RESOLUÇÃO DE UMA ATIVIDADE – 2ª VERSÃO LEMA .....	167
FIGURA 30: ECRÃ INICIAL – 2ª VERSÃO LEMA .....	167
FIGURA 31: ECRÃ MENU ESCOLHA E GERAÇÃO DE ATIVIDADES – 2ª VERSÃO LEMA .....	168
FIGURA 32: ECRÃ MENU ESCOLHA E GERAÇÃO DE ATIVIDADES DO EDUCADOR – 3ª VERSÃO LEMA .....	245
FIGURA 33: ECRÃ MENU ATIVIDADES ESCOLHIDAS – UTILIZADOR-EDUCADOR – 3ª VERSÃO LEMA .....	245
FIGURA 34: ECRÃ MENU ESCOLHA ATIVIDADES DO UTILIZADOR-ALUNO – 3ª VERSÃO LEMA .....	246
FIGURA 35: BARRA DE PROGRESSO DE REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES – 3ª VERSÃO LEMA .....	246
FIGURA 36: BOTÕES E ÍCONES – 3ª VERSÃO LEMA .....	247
FIGURA 37: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> POSITIVO NO FIM DE ACERTAR À 1ª TENTATIVA A EXECUÇÃO CORRETA DA ATIVIDADE – 3ª VERSÃO LEMA .....	247
FIGURA 38: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> POSITIVO NO FIM DE ACERTAR À 2ª TENTATIVA A EXECUÇÃO CORRETA DA ATIVIDADE – 3ª VERSÃO LEMA .....	247
FIGURA 39: ECRÃ <i>FEEDBACK</i> POSITIVO NO FIM DE ACERTAR À 3ª TENTATIVA E RESTANTES A EXECUÇÃO CORRETA DA ATIVIDADE – 3ª VERSÃO LEMA .....	247
FIGURA 40: ECRÃ DE <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO – 3ª VERSÃO LEMA .....	248
FIGURA 41: ALTERAÇÃO DO BOTÃO DE VALIDAÇÃO DA RESPOSTA À ATIVIDADE .....	248
FIGURA 42: ECRÃ REGISTO DE DESEMPENHO DE CADA ALUNO – 3ª VERSÃO LEMA (PROPOSTA DESIGNER) ...	249
FIGURA 43: ENTRADA NO LEMA .....	252
FIGURA 44: NOVO REGISTO DOS UTILIZADORES .....	252
FIGURA 45: ECRÃ MENU ESCOLHA ATIVIDADES DO UTILIZADOR-ALUNO .....	253
FIGURA 46: <i>FEEDBACKS</i> DE REFORÇO .....	254
FIGURA 47: <i>FEEDBACKS</i> INFORMATIVOS FREQUENTES SOBRE OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS .....	255
FIGURA 48: INFORMAÇÕES EM MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES .....	256
FIGURA 49: ECRÃ FINAL .....	256
FIGURA 50: SAÍDA DO AMBIENTE DIGITAL LEMA .....	257
FIGURA 51: ECRÃ INICIAL .....	258
FIGURA 52: MENU DE ESCOLHA DE ATIVIDADES, MENU ATIVIDADES SELECIONADAS E REGISTO DE DESEMPENHO DO ALUNO, INTERFACE UTILIZADOR-EDUCADOR/TUTOR .....	258

## **ÍNDICE DE TABELAS**

TABELA 1: CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO DA PERTURBAÇÃO DO ESPETRO DO AUTISMO .....	27
TABELA 2: NÍVEIS DE GRAVIDADE DA PEA, DSM-5 .....	27
TABELA 3: DIRETRIZES PARA A ACESSIBILIDADES DE ÍNTERFACES PARA PESSOAS COM AUTISMO (BRITTO & PIZZOLATO, 2016) .....	39
TABELA 4: RELAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS MATEMÁTICOS E AS CAPACIDADES FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA (OECD, 2017) .....	48
TABELA 5: ENTREVISTA AOS TÉCNICOS DE SAÚDE, TÓPICOS DO GUIÃO DE ENTREVISTA .....	86

TABELA 6: ENTREVISTA AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, TÓPICOS DO GUIÃO DE ENTREVISTA .....	87
TABELA 7: ENTREVISTA AO JOVEM COM PEA, TÓPICOS DO GUIÃO DE ENTREVISTA .....	87
TABELA 8: CARATERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES COM PEA .....	91
TABELA 9: ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NA PROMOÇÃO DE COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS .....	92
TABELA 10: DESCRIÇÃO DO NÍVEL DE DESEMPENHO POR ALUNO NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA .....	93
TABELA 11: POTENCIALIDADES DOS ALUNOS PARTICIPANTES AO NÍVEL DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO .....	94
TABELA 12: EXPLICITAÇÃO DAS FERRAMENTAS E APLICAÇÕES UTILIZADAS NO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA .....	96
TABELA 13: DESCRIÇÃO DAS CAPACIDADES MATEMÁTICAS TRABALHADAS EM CADA ATIVIDADE .....	97
TABELA 14: CARATERÍSTICAS PRINCIPAIS DEFINIDAS PARA O PROTÓTIPO .....	103
TABELA 15: REQUISITOS FUNCIONAIS DAS ATIVIDADES A INCORPORAR NO PROTÓTIPO .....	104
TABELA 16: ATIVIDADES MATEMÁTICAS INCORPORADAS NO PROTÓTIPO .....	105
TABELA 17: PRINCIPAIS DADOS RECOLHIDOS NAS GRELHAS DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO LEMA .....	121
TABELA 18: ENTREVISTA AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, TÓPICOS DO GUIÃO DE ENTREVISTA ..	122
TABELA 19: ATIVIDADES MATEMÁTICAS SELECIONADAS PARA CADA ALUNO .....	123
TABELA 20: CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA A CATEGORIZAÇÃO DA CAPACIDADE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E ARGUMENTO .....	137
TABELA 21: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, CARATERIZAÇÃO DO PROTÓTIPO LEMA .....	151
TABELA 22: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE DIGITAL LEMA POR PARTE DOS ALUNOS .....	153
TABELA 23: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO .....	154
TABELA 24: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, MAIS-VALIAS DO AMBIENTE DIGITAL LEMA .....	156
TABELA 25: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, PRINCIPAIS FRAGILIDADES DO AMBIENTE DIGITAL LEMA .....	157
TABELA 26: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, SUGESTÕES A IMPLEMENTAR NO LEMA .....	158
TABELA 27: ENTREVISTA ÀS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, UTILIZAÇÃO FUTURA DO LEMA .....	159
TABELA 28: INDICADORES PARA O I REAJUSTAMENTO DO PROTÓTIPO .....	161
TABELA 29: DESENHO GRÁFICO DAS ATIVIDADES NA PRIMEIRA VERSÃO VERSUS SEGUNDA VERSÃO DO PROTÓTIPO .....	169
TABELA 30: ATIVIDADES INCORPORADAS NA 2ª VERSÃO DO PROTÓTIPO, DOMÍNIO MATEMÁTICO, OBJETIVOS E CAPACIDADES MATEMÁTICAS .....	170
TABELA 31: ESTRUTURA DA AÇÃO DE FORMAÇÃO .....	175
TABELA 32: EXPECTATIVAS DOS FORMANDOS EM RELAÇÃO AO AMBIENTE DIGITAL LEMA .....	182
TABELA 33: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ENUNCIADOS E MENSAGENS APRESENTADAS NO LEMA .....	185
TABELA 34: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ADEQUAÇÃO <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO .....	186
TABELA 35: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ADEQUAÇÃO <i>FEEDBACK</i> TUTORIAL .....	187
TABELA 36: FORMANDOS GRUPO 1 – LEMA AJUSTADO ÀS PEA .....	188

TABELA 37: FORMANDOS GRUPO 2 – LEMA AJUSTADO ÀS PEA .....	189
TABELA 38: FORMANDOS GRUPO 1 – LEMA POTENCIADOR DE APRENDIZAGEM AUTÓNOMA .....	190
TABELA 39: FORMANDOS DO GRUPO 2 – LEMA POTENCIADOR DE APRENDIZAGEM AUTÓNOMA .....	191
TABELA 40: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO EM CADA ECRÃ .....	192
TABELA 41: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – AMBIENTE GRÁFICO DO LEMA.....	193
TABELA 42: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – IMPORTÂNCIA DO LEMA NO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO.....	194
TABELA 43: FORMANDOS DO GRUPO 1 – LEMA INCORPORA ATIVIDADES ESTRUTURADAS E ADAPTADAS .....	195
TABELA 44: FORMANDOS GRUPO 2 – LEMA INCORPORA ATIVIDADES ESTRUTURADAS E ADAPTADAS .....	196
TABELA 45: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – LEMA UTILIZA ESTRATÉGIAS EFICAZES PARA DESENVOLVER COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS.....	198
TABELA 46: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – TIPO DE ESTRATÉGIAS/FUNCIONALIDADES A IMPLEMENTAR NO LEMA .....	200
TABELA 47: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE TANGRAM – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	202
TABELA 48: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE SEQUÊNCIAS– FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	203
TABELA 49: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE DESENHAR FIGURAS– FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	204
TABELA 50: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONTAR QUADRADOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	205
TABELA 51: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE FIGURAS GEOMÉTRICAS 1 – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	207
TABELA 52: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE FIGURAS GEOMÉTRICAS 2 – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	208
TABELA 53: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE DECOMPOSIÇÃO DE FIGURAS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	210
TABELA 54: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONTAR TRIÂNGULOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	211
TABELA 55: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE PINTAR FIGURAS GEOMÉTRICAS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	212
TABELA 56: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE COMPLETA O PUZZLE – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	213
TABELA 57: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE EIXO DE SIMETRIA – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	214
TABELA 58: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE ISOMETRIAS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	215
TABELA 59: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE REFLEXÃO– FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	216
TABELA 60: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE PERÍMETRO: DESENHAR FIGURAS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	217
TABELA 61: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	218
TABELA 62: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE PLANIFICAÇÃO SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	219

TABELA 63: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONSTRUÇÃO SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	220
TABELA 64: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE POLIEDROS E POLÍGONOS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	221
TABELA 65: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE PRISMA– FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA	222
TABELA 66: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE COMPARAR ÁREAS – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	223
TABELA 67: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA TRIÂNGULO– FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	224
TABELA 68: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA RETÂNGULO 1 – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	225
TABELA 69: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA RETÂNGULO 2 – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	226
TABELA 70: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE DESENHAR FIGURAS (ÁREAS) – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA .....	227
TABELA 71: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE MEDIR COMPRIMENTO – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	228
TABELA 72: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE OPERAÇÕES – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	229
TABELA 73: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE MAIOR OU MENOR – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	230
TABELA 74: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE SEQUÊNCIA NUMÉRICA – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	230
TABELA 75: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE NUMERAÇÃO ROMANA – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	231
TABELA 76: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE RETA NUMÉRICA – FRAGILIDADES E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	232
TABELA 77: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – A IMPORTÂNCIA DE DESENVOLVER AMBIENTES DIGITAIS DESTA NATUREZA .....	233
TABELA 78: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – MAIS-VALIAS DO LEMA .....	235
TABELA 79: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – PRINCIPAIS FRAGILIDADES DO LEMA.....	236
TABELA 80: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – SUGESTÕES DE MELHORIA AO PROTÓTIPO LEMA.....	238
TABELA 81: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO LEMA NO FUTURO .....	239
TABELA 82: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – CONTRIBUTOS DA AÇÃO DE FORMAÇÃO.....	241
TABELA 83: ATIVIDADES INCORPORADAS NA 3ª VERSÃO DO PROTÓTIPO, SUBDOMÍNIO MATEMÁTICO, OBJETIVOS E CAPACIDADES MATEMÁTICAS .....	250
TABELA 85: PRINCIPAIS CARATERÍSTICAS DO LEMA EM CONFORMIDADE COM O GAIA, BRITTO E PIZZOLATO, 2016.....	259

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1: CARATERÍSTICAS DAS CRIANÇAS/JOVENS COM PEA RECOLHIDAS NAS ENTREVISTAS .....	89
GRÁFICO 2: NÍVEL DE DESEMPENHO POR DOMÍNIO.....	93
GRÁFICO 3: FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS.....	95

GRÁFICO 4: FINALIDADE E FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS .....	95
GRÁFICO 5: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO GLOBAL .....	126
GRÁFICO 6: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO POR ALUNO.....	127
GRÁFICO 7: TIPO DE INTERAÇÃO DAS TAREFAS INCORPORADAS NO LEMA .....	127
GRÁFICO 8: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO DO A3, POR TAREFA E TIPO DE INTERAÇÃO .....	128
GRÁFICO 9: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO DO A4, POR TAREFA E TIPO DE INTERAÇÃO .....	129
GRÁFICO 10: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO DO A6, POR ATIVIDADE E TIPO DE INTERAÇÃO .....	129
GRÁFICO 11: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO DO A7, POR ATIVIDADE E TIPO DE INTERAÇÃO .....	130
GRÁFICO 12: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “ENTRADA DE DADOS”, POR ATIVIDADE.....	130
GRÁFICO 13: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “SELEÇÃO DE ITENS EM LISTA”, POR ATIVIDADE .....	130
GRÁFICO 14: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “ENTRADA DE DADOS ^ SELEÇÃO DE ITENS EM LISTA”, POR ATIVIDADE .....	130
GRÁFICO 15: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “ARRASTAMENTO DE ITENS”, POR ATIVIDADE.....	131
GRÁFICO 16: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “SELEÇÃO DE OBJETOS”, POR ATIVIDADE .....	131
GRÁFICO 17: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “LIGAÇÃO DE ITENS”, ATIVIDADE AT2 .....	131
GRÁFICO 18: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “OBSERVAÇÃO DE VÍDEOS ^ SELEÇÃO DE ITENS ^ ENTRADA DE DADOS”, ATIVIDADE AT17 .....	131
GRÁFICO 19: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “ .....	131
GRÁFICO 20: CAPACIDADE DE INTERAÇÃO “OBSERVAÇÃO DE VÍDEOS ^ SELEÇÃO DE ITENS”, ATIVIDADE I6 .	131
GRÁFICO 21: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO GLOBAL DAS ATIVIDADES.....	132
GRÁFICO 22: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES, POR ALUNO .....	132
GRÁFICO 23: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DO ALUNO A3, POR ATIVIDADE.....	133
GRÁFICO 24: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DO ALUNO A4 POR ATIVIDADE.....	134
GRÁFICO 25: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DO ALUNO A6 POR ATIVIDADE.....	135
GRÁFICO 26: CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DO ALUNO A7 POR ATIVIDADE.....	135
GRÁFICO 27: CAPACIDADE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO/ARGUMENTO POR ATIVIDADE, DESEMPENHO DO ALUNO A3.....	140
GRÁFICO 28: CAPACIDADE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E ARGUMENTO POR ATIVIDADE, DESEMPENHO DO ALUNO A4.....	142
GRÁFICO 29: CAPACIDADE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E ARGUMENTO POR ATIVIDADE, DESEMPENHO DO ALUNO A6.....	144
GRÁFICO 30: CAPACIDADE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E ARGUMENTO POR ATIVIDADE, DESEMPENHO DO ALUNO A7.....	145
GRÁFICO 31: MOTIVAÇÃO E DISTRAÇÃO GLOBAIS .....	146
GRÁFICO 32: MOTIVAÇÃO/SATISFAÇÃO E CANSAÇO/DISTRAÇÃO POR ATIVIDADE, ALUNO A3.....	147
GRÁFICO 33: MOTIVAÇÃO/SATISFAÇÃO E CANSAÇO/DISTRAÇÃO POR ATIVIDADE, ALUNO A4.....	147
GRÁFICO 34: MOTIVAÇÃO/SATISFAÇÃO E CANSAÇO/DISTRAÇÃO POR ATIVIDADE, ALUNO A6.....	147
GRÁFICO 35: MOTIVAÇÃO/SATISFAÇÃO E CANSAÇO/DISTRAÇÃO POR ATIVIDADE, ALUNO A7.....	148
GRÁFICO 36: REAÇÃO PERANTE O <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO / TUTORIAL POR ATIVIDADE, ALUNO A3.....	148
GRÁFICO 37: REAÇÃO PERANTE O <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO / TUTORIAL POR ATIVIDADE, ALUNO A4.....	149

GRÁFICO 38: REAÇÃO PERANTE O <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO / TUTORIAL POR ATIVIDADE, ALUNO A6.....	149
GRÁFICO 39: REAÇÃO PERANTE O <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO / TUTORIAL POR ATIVIDADE, ALUNO A7.....	150
GRÁFICO 40: FAIXA ETÁRIA DOS FORMANDOS DO GRUPO 1 .....	176
GRÁFICO 41: FORMAÇÃO ACADÉMICA DOS FORMANDOS DO GRUPO 1 .....	177
GRÁFICO 42: FAIXA ETÁRIA DOS FORMANDOS DO GRUPO 2 .....	177
GRÁFICO 43: FORMAÇÃO ACADÉMICA DOS FORMANDOS DO GRUPO 2 .....	178
GRÁFICO 44: FREQUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA DE CRIANÇAS COM PEA DOS FORMANDOS DO GRUPO 1 .....	179
GRÁFICO 45: FREQUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA DE CRIANÇAS COM PEA DOS FORMANDOS DO GRUPO 2 .....	179
GRÁFICO 46: TEMPO DE UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PELOS DOIS GRUPOS DE FORMANDOS .....	180
GRÁFICO 47: FREQUÊNCIA DE AÇÕES DE FORMAÇÃO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS E PEA PELOS DOIS GRUPOS DE FORMANDOS .....	180
GRÁFICO 48: GRAU DE INTERESSE FORMATIVO NA UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA PEA E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PELOS DOIS GRUPOS DE FORMANDOS.....	181
GRÁFICO 49: INTERESSE NA PARTICIPAÇÃO NA AÇÃO DE FORMAÇÃO PELOS DOIS GRUPOS DE FORMANDOS ...	181
GRÁFICO 50: CARATERIZAÇÃO GLOBAL DO AMBIENTE DIGITAL LEMA PELOS FORMANDOS DO GRUPO 1 .....	184
GRÁFICO 51: CARATERIZAÇÃO GLOBAL DO AMBIENTE DIGITAL LEMA PELOS FORMANDOS DO GRUPO 2.....	184
GRÁFICO 52: PERSPETIVA DOS DOIS GRUPOS DE FORMANDOS EM RELAÇÃO AOS ENUNCIADOS E MENSAGENS APRESENTADAS NO LEMA .....	185
GRÁFICO 53: ADEQUAÇÃO <i>FEEDBACK</i> DE REFORÇO – GRUPO 1 E 2 .....	186
GRÁFICO 54: ADEQUAÇÃO <i>FEEDBACK</i> TUTORIAL – GRUPO 1 E 2 .....	187
GRÁFICO 55: FORMANDOS GRUPO 1 E 2 – LEMA AJUSTADO ÀS PEA .....	189
GRÁFICO 56: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – LEMA POTENCIADOR DE APRENDIZAGEM AUTÓNOMA .....	191
GRÁFICO 57: FORMANDOS GRUPO 1 E 2 – LEMA INCORPORA ATIVIDADES ESTRUTURADAS E ADAPTADA .....	197
GRÁFICO 58: LEMA UTILIZA ESTRATÉGIAS EFICAZES PARA DESENVOLVER COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS – GRUPO 1 E 2.....	197
GRÁFICO 59: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE TANGRAM – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA.....	201
GRÁFICO 60: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE SEQUÊNCIAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA ..	203
GRÁFICO 61: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE DESENHAR FIGURAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	204
GRÁFICO 62: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONTAR QUADRADOS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	205
GRÁFICO 63: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE FIGURAS GEOMÉTRICAS 1 – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	207
GRÁFICO 64: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE FIGURAS GEOMÉTRICAS 2 – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	208
GRÁFICO 65: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE DECOMPOSIÇÃO DE FIGURAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	209
GRÁFICO 66: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONTAR TRIÂNGULOS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	210
GRÁFICO 67: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE PINTAR FIGURAS GEOMÉTRICAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	212



GRÁFICO 68: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE COMPLETA O PUZZLE – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	213
GRÁFICO 69: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE EIXO DE SIMETRIA – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	214
GRÁFICO 70: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE ISOMETRIAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA ...	215
GRÁFICO 71: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE REFLEXÃO – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	216
GRÁFICO 72: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE PERÍMETRO: DESENHAR FIGURAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	217
GRÁFICO 73: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	218
GRÁFICO 74: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE PLANIFICAÇÃO SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	219
GRÁFICO 75: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE CONSTRUÇÃO SÓLIDOS GEOMÉTRICOS– ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	220
GRÁFICO 76: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE POLIEDROS E POLÍGONOS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	221
GRÁFICO 77: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE PRISMA – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	222
GRÁFICO 78: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE COMPARAR ÁREAS – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	223
GRÁFICO 79: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA TRIÂNGULO– ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	224
GRÁFICO 80: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA RETÂNGULO 1 – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	225
GRÁFICO 81: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE ÁREA RETÂNGULO 2 – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	226
GRÁFICO 82: FORMANDOS DO GRUPO 1 – ATIVIDADE DESENHAR FIGURAS (ÁREAS) – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	227
GRÁFICO 83: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE MEDIR COMPRIMENTO – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	228
GRÁFICO 84: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE OPERAÇÕES – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA ...	229
GRÁFICO 85: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE MAIOR OU MENOR – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	229
GRÁFICO 86: FORMANDOS GRUPOS 1 E 2 – ATIVIDADE SEQUÊNCIA NUMÉRICA – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	230
GRÁFICO 87: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE NUMERAÇÃO ROMANA – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	231
GRÁFICO 88: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ATIVIDADE RETA NUMÉRICA – ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA ÀS PEA .....	232
GRÁFICO 89: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – A IMPORTÂNCIA DE DESENVOLVER AMBIENTES DIGITAIS DESTA NATUREZA .....	233
GRÁFICO 90: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – ADAPTABILIDADE DO LEMA AOS DIVERSOS CONTEXTOS .....	237
GRÁFICO 91: FORMANDOS DO GRUPO 1 E 2 – UTILIZAÇÃO DO LEMA NO FUTURO .....	239



## **LISTA DOS ACRÓNIMOS**

APA	<i>American Psychiatric Association</i>
DGIDC	<i>Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular</i>
DREC	<i>Direção Regional de Educação do Centro</i>
DSM	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>
ICD	<i>International Classification of Diseases</i>
LEMA	<i>Learning Environment on Mathematics for Autistic children</i>
NEE	<i>Necessidades Educativas Especiais</i>
PISA	<i>International Programme for Student Assessment</i>
PEA	<i>Perturbação do Espectro do Autismo</i>
TIC	<i>Tecnologias de Informação e Comunicação</i>
UEE	<i>Unidade de Ensino Estruturado</i>
WebQDA	<i>Web Qualitative Data Analysis</i>



## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

As tecnologias digitais não são a única solução no apoio ao ensino e aprendizagem de alunos com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA). Com efeito, estas complementam outras medidas educativas nesse sentido. Ainda assim, é inquestionável o seu potencial. Existem vários estudos que relatam as inúmeras vantagens que a utilização das tecnologias digitais traz para o desenvolvimento de competências escolares e funcionais em alunos com PEA, contribuindo, claramente, para os processos de ensino e de aprendizagem destes alunos, ao disponibilizar outras possibilidades de comunicação, que de outro modo lhes são vedadas, e ao permitirem inovadoras formas de transmissão de conhecimentos para além da grande carga motivacional que despoletam no manuseamento das mesmas (Becta, 2003; Burton, Anderson, Prater, & Dyches, 2013; Khowaja & Salim, 2013; Williams & Nicholas, 2006).

A PEA constitui uma perturbação neurodesenvolvimental caracterizada por défices persistentes nas capacidades de comunicação e interação social, combinados com padrões de comportamento, interesses ou atividades restritos e/ou repetitivos (American Psychiatric Association, 2013), sendo considerada, pelos profissionais de saúde mental infantil, como uma das problemáticas que causam maior desafio ao nível da intervenção.

A importância da criação de uma grande diversidade de serviços, aplicações e contextos de uso acessíveis à diversidade de utilizadores advém do atual cenário de disseminação das tecnologias digitais por parte de um cada vez maior e mais heterogêneo conjunto de utilizadores com diferentes perfis e especificidades (Almeida, 2006). Neste contexto, é necessário oferecer aos utilizadores com Necessidades Educativas Especiais (NEE) um leque variado de produtos e serviços que cubram as suas necessidades e que considerem as suas múltiplas competências, oferecendo meios alternativos de informação, comunicação, mobilidade e manipulação (Bergman & Johnson, 1995), com a finalidade de reduzir os efeitos das limitações do meio ambiente e proporcionar às pessoas com NEE uma maior igualdade de oportunidades.

É neste enquadramento que se entende que importa valorizar o estudo das especificidades de grupos particulares de utilizadores, considerando fundamental a compreensão dos processos de flexibilização, adaptação, acessibilidade e usabilidade, de modo a apoiar a especificação de estratégias e metodologias flexíveis centradas nas especificidades dos utilizadores (Meiselwitz, Wentz, & Lazar, 2009). A adaptabilidade de um ambiente de aprendizagem digital constitui uma componente chave para o seu sucesso na interação com um utilizador com PEA, uma vez que os

indivíduos com PEA abrangem um espectro de sintomas variado de acordo com o grau de gravidade, com preferências e necessidades específicas (Pavlov, 2014).

O desenvolvimento da capacidade do raciocínio matemático é apontado como um objetivo central do ensino da matemática e os especialistas nesta área alertam para a necessidade de desenvolver essa capacidade nos alunos de forma consistente, recorrendo-se à sua utilização em diversos contextos (Ponte et al., 2007). Por sua vez, a geometria é o berço privilegiado dos raciocínios lógico-dedutivos da matemática, permitindo o desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, verbalização, pensamento matemático e intuição, o que contribui para melhorar a capacidade de resolução de problemas. Para além de contribuir para o desenvolvimento das capacidades de compreensão dos conceitos e suas relações, de análise da informação, de comunicação, de abstração e generalização e de compreensão e elaboração de argumentos, a geometria é um meio de perceber o mundo físico que nos rodeia, interpretar, modificar e antecipar transformações relativamente aos objetos (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999; Breda, Serrazina, Menezes, Sousa, & Oliveira, 2011).

A parca investigação desenvolvida e pouco aprofundada, e a disseminação de estudos sobre o perfil de competências matemáticas em indivíduos com PEA levou a que durante muito tempo fosse comumente aceite que indivíduos com esta perturbação possuíam competências matemáticas acima da média, pelo facto da fácil constatação da presença de notáveis capacidades de cálculo e deduções matemáticas em alguns casos concretos (Chiang & Lin, 2007; Patricia Howlin, Goode, Hutton, & Rutter, 2009; Iuculano et al., 2014).

No atual contexto de disseminação, constata-se que o perfil de competências matemáticas na PEA é muito díspar, em consonância com a diversidade e gravidade das manifestações que estes indivíduos podem apresentar, do perfil funcional e cognitivo. Os estudos efetuados até ao momento revelam tanto desempenhos excelentes, como indivíduos com PEA com menor desempenho na matemática, em conformidade com as competências cognitivas globais destes indivíduos (King, Lemons, & Davidson, 2016).

As dificuldades mais frequentes ao nível da aprendizagem das capacidades matemáticas na PEA, surgem nas suas áreas fulcrais, nomeadamente ao nível da abstração, raciocínio e resolução de problemas, limitando o sucesso académico nesta área (Bae, Chiang, & Hickson, 2015; Brosnan et al., 2016; Donaldson & Zager, 2010; Fisch, Lesh, & Motoki, 2011; Iuculano et al., 2014; Jones et al., 2009; Myles, Barnhill, Hagiwara, Griswold, & Simpson, 2001; Wei, Christiano, Yu, Wagner, & Spiker, 2015).

É neste enquadramento que se entende fundamental desenvolver estudos que atendam à grande diversidade de perfis na PEA, dando especial atenção à importância de uma intervenção

individualizada, baseada no perfil de competências de cada indivíduo, para ultrapassar dificuldades e desenvolver o máximo potencial de cada um.

O desenvolvimento de aplicações educativas acessíveis a crianças com NEE e, em particular para crianças com PEA, revela-se essencial, na medida em que as tecnologias digitais apresentam numerosas vantagens para as referidas crianças. Estas podem promover a igualdade de oportunidades e a participação ativa destas crianças no seu processo de ensino e de aprendizagem, podendo assumir-se como uma ferramenta de auxílio às mesmas. Permitem-lhes, ainda, o acesso à informação, possibilidades comunicativas, superar barreiras de aprendizagem e desenvolver atividades que antes lhe estavam vedadas. Estes apoios são também instrumentos pedagógicos que fomentam novas possibilidades e estratégias educativas, capazes de obter mais sucesso do que o simples recurso a métodos tradicionais de ensino (Ribeiro et al., 2010).

Neste contexto, o presente trabalho debruça-se sobre a problemática da promoção de capacidades matemáticas, nomeadamente, a do raciocínio matemático no contexto da PEA ancorada pela utilização das tecnologias digitais. O intuito desta investigação centra-se, portanto, na análise dos processos de flexibilização, adaptação, acessibilidade e usabilidade de ambientes digitais centrados nas especificidades dos utilizadores finais, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades ao perfil de utilizador que promovam e apoiem o desenvolvimento de capacidades matemáticas em crianças com PEA.

Com base nos pressupostos teóricos, e com a finalidade de promover o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA, o estudo integrou a investigação das especificidades dos utilizadores com esta perturbação e a especificação de um modelo para um ambiente digital adaptativo, com características específicas ao nível do design de interface, da conceção científico-didática das atividades e da personalização das atividades tendo em conta o perfil do utilizador, como também, a prototipagem e teste, no terreno com utilizadores finais e secundários, do protótipo desenvolvido.

## **1.1 MOTIVAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO**

A escassez de estudos referentes à aprendizagem de competências académicas complexas, como o caso do raciocínio matemático que se designa como uma capacidade humana fundamental que permite uma participação efetiva na sociedade, e a necessidade premente de investigação do uso de tecnologias digitais para promoção dessas competências em crianças com PEA, continua a merecer pouca atenção na comunidade científica, apesar das tecnologias digitais respeitarem a uma área de grande interesse para indivíduos com esta perturbação (Brosnan et al., 2016; Gevarter et al., 2016; Knight, McKissick, & Saunders, 2013).

O motivo da escolha da problemática da PEA como objeto de estudo desta investigação advém, em primeiro lugar, de esta ser uma das perturbações neurodesenvolvimentais mais frequentes na infância, afetando entre 60 e 70 crianças em cada 10000 (Fombonne, 2009). Acresce que, o número de alunos diagnosticados com PEA, sem perturbação do desenvolvimento intelectual, tem aumentado nas últimas décadas em Portugal (Santos, Filipa; Romeiro, Helena; Sardinha, Susana; Cristino, 2013), surgindo a necessidade de ajustar o processo de ensino e de aprendizagem para assegurar a plena inclusão destas crianças e jovens, ao longo do seu percurso escolar.

Por outro lado, sabe-se que as tecnologias despoletam um grande interesse nas crianças com esta perturbação e que estas, ao auxiliarem o ensino e a aprendizagem da matemática, potenciam aprendizagens bem sucedidas (National Council of Teachers of Mathematics, 2000; Seo & Woo, 2010). Importa referir que, segundo o National Research Council citado por Su, Lai e Rivera (2012), a investigação sobre estratégias de ensino da matemática para alunos com PEA também é escassa, cenário especialmente crítico se atendermos ao estudo efetuado por Brown e Snewll (2000) que indica que a matemática é uma das áreas chave da formação académica para alunos com múltiplas necessidades especiais, incluindo a PEA; este foi outro dos fatores que nos levou a enveredar por esta problemática.

As pistas já existentes na literatura promoveram também o encaminhamento para esta temática: são vários os autores que têm vindo a estudar o potencial da tecnologia para apoiar crianças e jovens com PEA nas habilidades quotidianas, desenvolvimento social (Malinverni et al., 2016; J Mintz, Branch, March, & Lerman, 2012), desenvolvimento da linguagem, comunicação alternativa e aumentativa (Shane et al., 2012; Wainer & Ingersoll, 2011), verificação da ortografia através da modelagem de vídeos (Kagohara, Sigafoos, Achmadi, O'Reilly, & Lancioni, 2012) e na aprendizagem da matemática funcional (Burton et al., 2013).

Neste contexto, acreditamos que a pesquisa sobre estratégias para ensinar e aprender matemática usando as tecnologias digitais para apoiar as crianças com PEA na compreensão da matemática e na resolução de problemas matemáticos não recebeu a devida atenção da comunidade científica (Bouck, Satsangi, Doughty, & Courtney, 2014). A descoberta de escassas pesquisas que explorem a utilização das tecnologias no desenvolvimento de capacidades matemáticas, por parte de crianças com PEA, norteou a presente investigação mostrando o forte contributo inovador que esta investigação poderá fornecer nesta área.

## **1.2 APRESENTAÇÃO DAS QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS**

O foco principal desta investigação centra-se na problemática do estudo das especificidades dos utilizadores com PEA e na integração das tecnologias digitais no processo de ensino e de



aprendizagem da matemática destes alunos como instrumento de apoio ao desenvolvimento do seu raciocínio matemático.

Neste sentido, a questão de partida da investigação aqui apresentada é a seguinte: **Quais as potencialidades de um ambiente digital de aprendizagem matemática, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades ao perfil do utilizador, promover o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA?**

Em torno desta questão geral formulámos um conjunto de questões específicas que nos permitirão dar resposta à questão de partida desta investigação:

- [1] Que estratégias de ensino devem ser usadas para o desenvolvimento do raciocínio matemático?
- [2] Que características deve possuir um ambiente digital de aprendizagem matemática, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades, para a promoção de capacidades matemáticas em públicos específicos?
- [3] Que critérios adotar nos processos de flexibilização e adaptação de ambientes digitais centrados nas especificidades de utilizadores com PEA, capazes de promover o desenvolvimento do raciocínio matemático?
- [4] Qual o impacto da utilização de um ambiente digital que contemple atividades interativas, estruturadas e adaptadas a estilos de aprendizagem diferenciados para o desenvolvimento de capacidades de raciocínio matemático e otimização do processo de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA?

Considerando a problemática enunciada, procuramos discutir e analisar as questões de investigação acima referidas e almejar os seguintes objetivos de investigação:

- Efetuar a revisão de literatura sobre a PEA e o estudo da caracterização do perfil académico e do utilizador, pela realização de estudos de diagnóstico mais aprofundados;
- Aprofundar a revisão de literatura na área das tecnologias digitais no apoio às NEE, particularmente no que respeita às tecnologias digitais no apoio à PEA, e destas no desenvolvimento das capacidades matemáticas;
- Avaliar as capacidades de raciocínio matemático dos alunos participantes no estudo;
- Identificar e analisar estratégias de ensino e de aprendizagem para desenvolver o raciocínio matemático no público-alvo;
- Propor metodologias e estratégias para a conceção de um ambiente digital acessível e inclusivo centrado nas especificidades dos utilizadores e com modalidades de adaptação dinâmica das atividades à diversidade de perfis de utilizador;
- Prototipar atividades interativas de acordo com os perfis funcionais, contemplando situações de contexto real ao nível do 1º e/ou 2º Ciclo do Ensino Básico na área científica da matemática;

- Prototipar modalidades de adaptação dinâmica das atividades, tendo em conta o perfil do utilizador;
- Prototipar funcionalidades de registo de desempenho de cada utilizador;
- Testar o protótipo desenvolvido, avaliando a sua adequação científica – pedagógica e acessibilidade;
- Validar o potencial do protótipo no processo de ensino e aprendizagem da matemática dos alunos com PEA.

A presente investigação propõe-se, portanto, identificar as especificidades dos utilizadores com PEA e conceber um protótipo de um ambiente digital que apoie o desenvolvimento de capacidades matemáticas, nomeadamente, o raciocínio matemático. Constatando a importância desta investigação, consideramos que a finalidade da mesma é contribuir para a premissa de uma escola inclusiva, melhorar as capacidades matemáticas nos alunos com PEA, bem como preparar a transição destes indivíduos para uma vida ativa e para a sua inclusão na sociedade.

### **1.3 APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA TESE**

O presente documento encontra-se estruturado em sete capítulos principais. No primeiro relativo à introdução apresentamos a problemática que nos levou a enveredar por esta investigação, destacando as motivações, questões e objetivos de investigação e descrevendo a estrutura deste documento.

Os capítulos dois, três e quatro são dedicados ao enquadramento teórico, no qual se delimitou o quadro teórico de referência relacionado com as três áreas temáticas que conduziram a presente investigação: PEA, tecnologias digitais e matemática. O capítulo dois integra o estudo e discussão das especificidades das crianças com PEA ao nível da sua caracterização e desempenho académico. No capítulo três procuramos descrever o papel da utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA e o capítulo quatro é dedicado ao estudo e discussão das capacidades matemáticas no domínio da geometria e medida. Este capítulo integra, igualmente, o estudo e discussão do perfil matemático dos alunos com PEA e das estratégias utilizadas no ensino e aprendizagem da matemática destes alunos, nomeadamente, as tecnologias digitais como instrumentos facilitadores no desenvolvimento de capacidades matemáticas.

No capítulo cinco descrevemos e justificamos as opções metodológicas que enquadraram as diferentes fases desta investigação de forma a que os objetivos traçados fossem cumpridos na sua totalidade.

O capítulo seis integra a descrição do processo de prototipagem do ambiente digital, no qual foram conglomeradas a conceptualização e especificação do protótipo, a especificação e desenho das atividades matemáticas, o desenvolvimento, implementação técnica e teste do protótipo

desenvolvido e, consequentes reajustamentos. Neste capítulo é ainda apresentada a descrição da ação de formação dinamizada sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido e a análise e discussão dos resultados obtidos nas diferentes fases da presente investigação.

No capítulo sete apresentam-se as principais conclusões conduzidas para dar resposta à questão principal e às questões específicas desta investigação, perspetivando propostas futuras para dar continuidade ao trabalho desenvolvido. Neste capítulo discute-se ainda as limitações da investigação realizada.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas dos artigos consultados e referenciados ao longo do texto, os anexos e os apêndices que contêm os diversos documentos e instrumentos produzidos no decorrer deste trabalho, devidamente numerados e referidos ao longo do texto.



## PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

---

*“For most people technology makes things easier. For persons with disabilities technology makes things possible”*

**Radabaugh (1993)**



## **CAPÍTULO 2 – PERTURBAÇÃO DO ESPETRO DO AUTISMO**

Neste capítulo são especificados os estudos e os pressupostos teóricos essenciais para o enquadramento da temática da perturbação do espectro do autismo (PEA). Desta forma, o capítulo inicia-se com uma breve descrição da definição e evolução do conceito, dos critérios de diagnóstico desta perturbação neurodesenvolvimental, dos fatores etiológicos, da epidemiologia e das principais comorbidades associadas. De seguida, são apresentadas as características associadas às crianças e jovens diagnosticados com esta perturbação e, por fim, é especificado o perfil académico das crianças e jovens com PEA.

### **2.1 DEFINIÇÃO E EVOLUÇÃO DO CONCEITO**

Da etimologia “autismo” é uma palavra de origem grega (*autós*) que significa “próprio”, acrescido do sufixo “ismo” que traduz uma orientação ou estado, termo utilizado no âmbito da psiquiatria para designar comportamentos humanos que se centralizam no próprio indivíduo (Orrú, 2001).

Em 1911, o psiquiatra Eugène Bleuler utilizou pela primeira vez a palavra autismo, no “American Journal of Insanity”, o qual denominou “pensamento autístico, o mundo interno do esquizofrénico, considerando um mundo fantasioso próprio, criado pelo doente, que passa a ser a realidade na qual ele vive” (Araújo, 2008, p. 2). Só em 1943 é que a descrição de autismo foi considerada pela primeira vez por Leo Kanner, pedopsiquiatra da Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos da América, no seu famoso artigo “Autistic Disturbances of Affective Contact”, no qual descreve as características dos comportamentos aparentemente similares de onze crianças, reduzindo-as a duas: (1) isolamento social e indiferença aos outros, e (2) resistência às mudanças e rotinas respetivas, definindo, assim, a perturbação que originava esses comportamentos de perturbação autista (Santos, Filipa; Romeiro, Helena; Sardinha, Susana; Cristino, 2013).

Quase pela mesma altura, em 1944, é interessante saber-se que Hans Asperger publica também descrições detalhadas sobre crianças com comportamentos estranhos semelhantes aos que Kanner havia referido, fazendo também a sua apresentação à comunidade científica internacional através de um artigo com o título: “Die Autistischen Pshychopathen in Kindesalter” (Araújo, 2008).

Mais tarde, Lorna Wing e Judith Goul (1979) criaram a expressão “Espectro do autismo” ao concluírem que as características descritas por Kanner e Asperger integravam subgrupos de uma

mesma perturbação que afetava três áreas principais: a interação social, a comunicação e a imaginação, caracterizando-se pela tríade de Wing (Howlin, 2005).

Em 1975 o autismo aparece referido pela primeira vez no *International Classification of Diseases* (ICD-9) e em 1980 foi incluído no *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-III), que integrou pela primeira vez a categoria de diagnóstico específico, atribuindo ao autismo o grau de perturbação do desenvolvimento.

Até 2013, o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - IV - Text Revision* (DSM-IV-TR) englobava nas perturbações globais do desenvolvimento vários subtipos de perturbações que partilhavam características semelhantes com o autismo, designadamente, a Perturbação Autística, o Síndrome de Asperger, a Perturbação de Rett, a Perturbação Desintegrativa da Infância e Perturbação Invasiva do Desenvolvimento sem outra Especificação (American Psychiatric Association, 2000). Neste manual as perturbações globais do desenvolvimento são caracterizadas por um défice grave e global em diversas áreas do desenvolvimento: competências sociais, competências de comunicação ou pela presença de comportamentos, interesses e atividades estereotipadas. As manifestações desta perturbação variam em função do nível de desenvolvimento e da idade cronológica do sujeito (DSM-IV-TR, 2002).

Já de acordo com a quinta edição do DSM, a PEA é caracterizada por um défice grave e global em apenas duas áreas principais: a comunicação e interação social em múltiplos contextos e os padrões repetitivos de comportamento, interesses ou atividades. A equipa que desenvolveu o DSM-V explica este facto por ser difícil separar os défices de comunicação e os défices sociais, uma vez que estas duas áreas se sobrepõem de forma significativa. A comunicação é frequentemente utilizada para fins sociais, e os défices de comunicação podem afetar drasticamente o desempenho social (American Psychiatric Association, 2013).

No contexto desta última edição do DSM, a PEA define-se como um conjunto complexo de perturbações do neurodesenvolvimento que influenciam o comportamento ao nível do pensar, do agir, da linguagem e da capacidade de se relacionar com os outros, sendo uma perturbação permanente com variações, de indivíduo para indivíduo, de presença, severidade e combinação dos sintomas, havendo a possibilidade de alterações ao longo do tempo (American Psychiatric Association, 2013).

## **2.2 CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO (AVALIAÇÃO, DESPISTE E REFERENCIAÇÃO DA PEA)**

Os principais sistemas internacionais de classificação que melhor reúnem os critérios de diagnóstico clínico da PEA são o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM) da Associação Americana de Psiquiatria (APA) e a *International Classification of Diseases* (ICD) da Organização Mundial de Saúde.



Com efeito, a PEA é classificada baseando-se nos défices da comunicação e interação social e nos padrões repetitivos de comportamento, interesses ou atividades, tendo o atraso de desenvolvimento da linguagem deixado de ser mencionado como critério de diagnóstico

Na tabela 1 encontram-se os critérios de diagnóstico da PEA, tendo como referência o DSM-V.

**Tabela 1: Critérios de Diagnóstico da Perturbação do Espectro do Autismo**

<b>Critérios de Diagnóstico das Perturbação do Espectro do Autismo</b>	
<b>A – Défice consistente na comunicação social e interação social em todos os contextos:</b>	
1.	Défice na reciprocidade socio-emocional (desde abordagem social anómala e insucesso na conversação ou na partilha de afetos, à inexistência de iniciação da interação social);
2.	Défice no uso da comunicação não verbal na interação social (desde má integração, alteração do contacto visual e linguagem corporal, quer no uso quer na compreensão, até à inexistência de expressão facial ou gestos);
3.	Défice no desenvolvimento e manutenção das relações (dificuldades em ajustar ao contexto social, na partilha do jogo simbólico, falta de amigos, até desinteresse pelas pessoas).
<b>B – Padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses ou atividades, com pelo menos 2 de:</b>	
1.	Discurso, movimentos ou uso de objetos repetitivo ou estereotipado (estereotipias motoras, ecolalia, uso repetido de objetos, frases idiossincráticas)
2.	Adesão excessiva a rotinas, comportamentos ritualizados verbais e não verbais ou resistência excessiva à mudança (rituais motores, restrições alimentares, persistência e stress com pequenas mudanças)
3.	Interesses fixos e restritos, anómalos na intensidade ou foco
4.	Hiper ou hipo-reatividade sensorial ou interesse sensorial invulgar (indiferenças à dor, texturas, sons, cheirar, luzes e movimentos)
<b>C – Os sintomas devem estar presentes no início da infância (podem não se manifestar todos até que as exigências sociais excedam as capacidades limitadas das crianças)</b>	
<b>D – Os sintomas em conjunto limitam e prejudicam o funcionamento do dia-a-dia</b>	

Os critérios de diagnóstico propostos no DSM-V para a PEA incluem três classificações de gravidade/severidade desta perturbação (nível 1, 2 e 3), implicando a atribuição de um nível de gravidade aos défices anteriormente referidos (cf. Tabela 2). A gravidade deve ser registada de acordo com o nível de apoio que a criança com PEA necessita nos domínios A e B descritos na Tabela 1 (American Psychiatric Association, 2013; Weitlauf, Gotham, Vehorn, & Warren, 2014).

**Tabela 2: Níveis de gravidade da PEA, DSM-V**

<b>Nível de gravidade</b>	<b>Comunicação e interação social</b>	<b>Interesses restritos &amp; comportamentos repetitivos</b>
<b>Nível 1:</b> requer apoio ligeiro	Sem apoios, os défices na comunicação social originam dificuldades; a criança tem dificuldade em iniciar interações sociais e demonstra exemplos claros de respostas atípicas ou sem sucesso às interferências dos outros; a criança parece ter um interesse diminuído pelas interações sociais	Rituais ou rotinas e comportamentos repetitivos causam uma interferência significativa com o funcionamento em um ou mais contextos; a criança resiste às tentativas dos outros para interromper os rituais / comportamentos repetitivos ou em ser redirecionada do interesse em que a criança se encontra focada

Tabela 2: Continuação

Nível de gravidade	Comunicação e interação social	Interesses restritos & comportamentos repetitivos
<b>Nível 2:</b> requer apoio moderado	Défices marcados nas competências de comunicação social verbal e não-verbal; dificuldades sociais evidentes mesmo com apoio; iniciativa limitada para a interação social e resposta reduzida ou anormal às interferências dos outros	Rotinas e/ou preocupações ou interesses fixos são óbvios para o observador e interferem com o funcionamento numa variedade de contextos; angústia ou frustração são evidentes quando os comportamentos repetitivos são interrompidos; dificuldade no redirecionar do interesse em que a criança se encontra focada
<b>Nível 3:</b> requer apoio intensivo	Défices severos nas competências de comunicação social verbal e não-verbal causam dificuldades severas no funcionamento; iniciativa para a interação social muito limitada e resposta mínima às interferências dos outros	Preocupações, rituais fixos e/ou comportamentos repetitivos interferem marcadamente com o funcionamento a todos os níveis; presença de angústia marcada quando os rituais ou rotinas são interrompidos; muita dificuldade no redirecionar do interesse em que a criança se encontra focada ou volta para este rapidamente

A PEA pode ser diagnosticada com precisão entre os dois e os três anos, sendo viável a identificação de comportamentos restritos e repetitivos e dificuldades nas áreas da comunicação e interação social (American Psychiatric Association, 2013).

A esta perturbação podem estar associada outras alterações de comportamento e comorbidades, tais como: défice de atenção e hiperatividade, perturbações da linguagem, dificuldades de aprendizagens, perturbações da coordenação motora, perturbações do desenvolvimento intelectual e perturbações psiquiátricas/neurológicas, como a epilepsia, irritabilidade, agressividade, depressão e perturbações do humor, as quais também devem ser observadas aquando o diagnóstico (American Psychiatric Association, 2013; Elsabbagh et al., 2012).

De acordo com a DSM-V (American Psychiatric Association, 2013), se forem detetados défices na área da linguagem, sem atingir a cognição não-verbal, deverão ser formulados os diagnósticos, em comorbidade, de perturbação da linguagem e de PEA; se forem detetados défices na área da linguagem e na área da cognição, deverão ser formulados os diagnósticos, em comorbidade, de perturbação de desenvolvimento intelectual e de PEA ou ainda, o que não é tão raro, de perturbação de desenvolvimento Intelectual, de perturbação da linguagem e de PEA, caso a linguagem apresente um défice desproporcionalmente significativo (superior a 20%) relativamente à cognição não-verbal.

### **2.3 FATORES ETIOLÓGICOS DA PEA**

A temática dos fatores etiológicos ou causalidade do autismo é, uma questão complexa, controversa e sempre incompleta, quando se entrecruzam aspetos de natureza biológica e psicológica.

Vários estudos têm sido realizados para compreender as causas exatas do desenvolvimento anómalo do sistema nervoso dos indivíduos com PEA. Um estudo realizado na Suécia que analisou mais de dois milhões de crianças nascidas entre 1982 e 2006 revelou que a hereditariedade só explica 50% do risco de se vir a desenvolver PEA e que os fatores ambientes assumem-se como fatores que podem contribuir para o desenvolvimento do autismo. Os fatores ambientais com maior impacto no risco de uma PEA foram identificados como aqueles que estariam relacionados com complicações durante o nascimento, infeções maternas ou a medicação recebida antes e após o nascimento (Sandin et al., 2014).

Estudos na área da neuropatologia evidenciam alteração na formação do cérebro das pessoas com PEA, nomeadamente, na comunicação entre os dois hemisférios, e um menor desenvolvimento da amígdala e do cerebelo (Amaral, Schumann, & Nordahl, 2008).

Neste contexto, os estudos apontam para uma etiologia multifatorial, com uma forte componente biológica, genética e ambiental, sendo o risco de PEA, como já foi referido, mais elevado quando já existem membros com esta perturbação na família (American Psychiatric Association, 2013; Rice & Rosanoff, 2013; Sandin et al., 2014).

### **2.4 EPIDEMIOLOGIA**

A PEA é uma perturbação do neurodesenvolvimento, fenotipicamente complexa, com uma prevalência global estimada em cerca de 1% e um rácio masculino:feminino de 4:1 (Elsabbagh et al., 2012).

Em Portugal, a prevalência das Perturbações Globais do Desenvolvimento em idade escolar é de 1 em cada 1000 crianças (Oliveira et al., 2007). Os dados obtidos neste estudo epidemiológico revelam que a incidência da PEA no nosso país é mais frequente no sexo masculino do que no feminino, numa razão de 2,9:1.

Mais recentemente, um estudo realizado pela Federação Portuguesa de Autismo em 2011 e 2012 com crianças e jovens com idades compreendidas entre os zero e os vinte e cinco anos, aferiu uma prevalência de 15,3 crianças/jovens em cada 10 000 (Santos, Filipa; Romeiro, Helena; Sardinha, Susana; Cristino, 2013).

## **2.5 CARATERÍSTICAS ASSOCIADAS ÀS PEA**

A designação de espectro do autismo é utilizada quando nos referimos a uma condição clínica de alterações cognitivas, linguísticas e neurocomportamentais, pretendendo caracterizar o facto de que, mais do que um conjunto fixo de características, esta parece manifestar-se através de várias combinações possíveis de sintomas num contínuo de gravidade de maior ou menor intensidade (American Psychiatric Association, 2013).

As características fulcrais na PEA são os défices persistentes na comunicação social recíproca e na interação social (Critério A) e os padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (Critério B) (cf. Tabela 2), tal como referido anteriormente.

Relativamente aos défices na comunicação e na interação social, as crianças com diagnóstico de PEA evidenciam dificuldades na comunicação social verbal e não verbal com manifestações variadas, dependendo da idade, do nível intelectual e da capacidade linguística do indivíduo, bem como de outros fatores, como a história do tratamento e apoio atual. Se alguns indivíduos não desenvolvem qualquer tipo de habilidade de comunicação, ou seja, ausência total de comunicação, outros têm atrasos na linguagem, compreensão reduzida da fala, ecolalia (a repetição literal do discurso dos outros que pode ser imediata ou retardada: esta parece ser não significativa, mas pode indicar uma tentativa de comunicação, indica a capacidade de produzir fala e de imitar e pode servir como um propósito comunicativo e cognitivo), linguagem explicitamente literal, reversões de pronome e entoação anormal ou monótona. Mesmo quando habilidades linguísticas formais (p. ex., vocabulário, gramática) estão intactas, o uso da linguagem para comunicação social recíproca está prejudicada neste tipo de perturbação (American Psychiatric Association, 2013; Aparas, 2008).

Os défices na reciprocidade socio-emocional (capacidade de envolvimento com os outros, abordagem social anómala, insucesso na conversação ou na partilha de ideias e afetos, e inexistência de iniciação da interação social), relacionados com o critério A, são observados em crianças pequenas com esta perturbação, que podem sentir dificuldades em relacionar-se com os outros, iniciar interações sociais, partilhar sentimentos, gostos, emoções e dificuldade na discriminação entre diferentes pessoas; no caso de existir relacionamento com os outros, há ainda uma evidente falha na compreensão das convenções e reciprocidade das mesmas (American Psychiatric Association, 2000, 2013).

Outra das características que caracterizam as crianças diagnosticadas com PEA são os défices no uso da comunicação não verbal na interação social, que vão desde à má integração, ausência ou atípico contacto visual, alterações na linguagem corporal, quer no uso quer na compreensão, até à inexistência de expressão facial ou gestos). Um aspeto que pode ser detetado precocemente e que estas crianças apresentam é a dificuldade na atenção conjunta. Esta pode ser manifestada pela falta do gesto de apontar, mostrar ou trazer objetos para partilhar o interesse com outros ou dificuldade

em seguir o gesto de apontar ou o olhar indicador de outras pessoas (American Psychiatric Association, 2000, 2013).

As dificuldades ao nível da socialização levam a que a criança com PEA tenha uma consciência pobre da outra pessoa, seja incapaz de imitar e de se colocar na posição do outro (Mello, 2005). Algumas crianças com PEA ligeira podem evidenciar um pequeno atraso na linguagem; porém apresentam dificuldades em manter uma conversa e demonstram incapacidade para compreender a linguagem não-verbal, tais como o contacto ocular, por vezes ausente, gestos e expressões faciais (American Psychiatric Association, 2000), a prosódia e metáforas (Araújo, 2008).

Ainda a respeito da linguagem das crianças com esta perturbação, o vocabulário é restrito: dominado por substantivos, muitas vezes confinados a pedidos ou rejeições, para regular o seu ambiente físico, havendo uma tendência perseverante em discutir só sobre um tema do seu interesse continuamente e têm dificuldade em mudar de temas. Apresentam também dificuldades em compreender a pragmática do discurso e em compreender a informação verbal, seguir instruções verbais, lembrar uma sequência de instruções, bem como, compreender informações abstratas (Zager, 2005).

Já os défices no desenvolvimento e manutenção das relações (dificuldades em ajustar ao contexto social, na partilha do jogo simbólico, falta de amigos e desinteresse pelas pessoas) que as crianças com PEA apresentam devem ser avaliados em relação aos padrões relativos à idade, género e cultura. As interações sociais destas crianças podem ser ausentes, reduzidas ou atípicas, manifestadas por rejeição de outros, passividade ou abordagens inadequadas que pareçam agressivas ou disruptivas (American Psychiatric Association, 2013).

As crianças com PEA também apresentam padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (conforme especificado no Critério B) que mostram uma gama de manifestações de acordo com a idade e a capacidade, intervenções e apoios atuais. Estes comportamentos podem ser evidentes ou subtis e podem incluir estereotipais motoras simples (p. ex., abanar as mãos, estalar os dedos), uso repetitivo de objetos (p. ex., girar moedas, enfileirar objetos) e fala repetitiva (p. ex., ecolalia, repetição atrasada ou imediata de palavras ouvidas, uso de "tu" ao referir-se a si mesmo, uso estereotipado de palavras, frases ou padrões de prosódia). Adesão excessiva a rotinas e padrões restritos de comportamento podem ser manifestados por resistência a mudanças (p. ex., sofrimento relativo a mudanças aparentemente pequenas, como embalagem de um alimento favorito; insistência em aderir a regras; rigidez de pensamento) ou por padrões ritualizados de comportamento verbal ou não verbal (p. ex., perguntas repetitivas, percorrer um perímetro). Interesses altamente limitados e fixos, nas PEA, tendem a ser anormais em intensidade ou foco (p. ex., criança pequena muito apegada a uma panela; criança preocupada com aspiradores de pó; adulto que gasta horas escrevendo tabelas com horário) (American Psychiatric Association, 2013).

Nas crianças diagnosticadas com PEA podem aparecer outras particularidades, tais como aversão à luminosidade, barulhos, a certas texturas de tecidos ou de alimentos, problemas de sono, exigências em termos de rotinas, rituais e crises, bem como a ausência de medo dos perigos e comportamentos autoagressivos que poderão também fazer parte do conjunto de características (American Psychiatric Association, 2000, 2013).

Zager (2005) refere que muitos dos comportamentos estranhos e estereotipados associados às PEA podem ser causados por fatores como a hipersensibilidade ou hipo sensibilidade a estímulos sensoriais, como também dificuldades em compreender situações sociais e dificuldades com alterações na rotina podem causar crises de ansiedade.

Segundo Wetherby e Prizant (2000) citados por Banire, Jomhari, Ahmad (2015) existem três padrões comportamentais em crianças com PEA: o padrão hipoativo, o hiperativo e o padrão misto. O padrão comportamental hipoativo requer estimulação sensorial elevada para mantê-las mais calmas e atentas. O padrão comportamental hiperativo exige um baixo *input* sensorial para mantê-las mais calmas e atentas e o padrão comportamental misto poderá exigir alta ou baixa estimulação sensorial em diferentes períodos de tempo. Desta forma, crianças com PEA com padrões comportamentais hipoativos exigem um ambiente de aprendizagem estimulante, a fim de este ser calmo e atrair a sua atenção (Banire, Jomhari, & Ahmad, 2015).

## **2.6 PERFIL ACADÉMICO DAS CRIANÇAS COM PEA**

Nas crianças com PEA, a ausência de capacidades sociais e comunicacionais pode ser um impedimento à aprendizagem, particularmente à aprendizagem por meio da interação social ou em contexto com os colegas, para além de que as capacidades destas crianças costumam estar abaixo do quociente de inteligência (QI) médio. Igualmente as dificuldades extremas em planear, organizar e enfrentar a mudança associadas a crianças com esta perturbação causam impacto negativo no sucesso académico, mesmo para crianças com inteligência acima da média (American Psychiatric Association, 2013).

No que diz respeito às competências para a aprendizagem, as crianças com PEA podem apresentar características específicas de aprendizagem, apresentando um bom desempenho no processamento visual e na memorização, enquanto que algumas das suas fragilidades centram-se em padrões incomuns de atenção, no processamento áudio e em respostas incomuns a estímulos sensoriais e ansiedade (Banire et al., 2015; Zager, 2005).

As crianças com PEA têm um perfil psicoeducacional diferente de crianças com desenvolvimento típico. Estudos mostram que pode haver défices em muitas funções cognitivas nestas crianças, podendo haver lacunas em algumas capacidades complexas, ainda que as capacidades mais simples na mesma área estejam intactas (Zager, 2005).

O autor supracitado identificou na sua pesquisa as seguintes características cognitivas associadas às PEA:

- Défice em prestar atenção aos sinais e informações pertinentes e em compreender várias pistas;
- Linguagem recetiva e expressiva comprometidas, particularmente na utilização da linguagem para expressar conceitos abstratos;
- Défice na formação de conceitos e no raciocínio abstrato;
- Comprometimento da cognição social, incluindo o défice na capacidade de compartilhar a atenção e emoção com os outros, e para compreender os sentimentos dos outros;
- Incapacidade para planear, organizar e resolver problemas;

Também Zager (2005) menciona que algumas crianças com PEA têm capacidades mais fortes em áreas como a memória e em tarefas visuais-espaciais, tais como: quebra-cabeças, e um bom desempenho em tarefas perceptivas e de correspondência. Refere ainda que crianças com PEA podem ser capazes de recordar informações simples, mas podem ter dificuldade em recordar informações mais complexas e que estas aprendem mais facilmente com informações que são apresentadas em formato visual, dado que podem ter problemas de aprendizagem sobre coisas abstratas.

O mesmo autor refere que crianças com PEA podem ter dificuldades em compreender a informação oral e escrita, como por exemplo podem ter dificuldade em seguir as instruções ou compreender o que leem, bem como, estas crianças aprendem melhor num ambiente estruturado, onde haja consistência e repetição de capacidades recém-adquiridas. Salienta ainda que um aluno com PEA de alto funcionamento pode realizar cálculos numéricos facilmente, mas ser incapaz de resolver problemas de aplicação prática.

As crianças com PEA têm dificuldade em processar muita informação ao mesmo tempo. É por isto que em muitos casos de crianças com PEA é utilizado o *Picture Exchange Communication System* (PECS)<sup>1</sup> como meio de instrução. Considerando a baixa capacidade de compreensão de algumas crianças diagnosticadas com PEA durante a aprendizagem, a utilização de ilustrações simples torna-se imperativo no conteúdo da instrução e no objetivo de aprendizagem (Banire, Jomhari, & Ahmad, 2015).

---

<sup>1</sup> Picture Exchange Communication System (Sistema de Comunicação por Troca de Imagens), desenvolvido por Andrew S. Bondy, PhD, e Lori Frost, MS, CCC/ SLP em 1985, como um sistema exclusivo de comunicação aumentativa / alternativa, destinado a indivíduos com PEA e outras perturbações do desenvolvimento. O PECS começa por ensinar uma pessoa a dar uma imagem de um item desejado a um "parceiro comunicativo", que imediatamente aceita a troca como um pedido. O sistema passa depois a ensinar a discriminação de imagens e como as combinar para formar frases. Nas fases mais avançadas, as pessoas são ensinadas a responder a perguntas e a fazer comentários. <http://pecs-portugal.com/pecs.php>

Na mesma linha de pensamento, o estudo realizado por Assouline, Foley Nicpon e Dockery (2012) sugere que as habilidades de pensamento, como a memória de trabalho e a velocidade de processamento da informação para compreender o seu significado são menores em crianças com PEA, sendo estes importantes fatores para o sucesso académico destas crianças. Neste contexto, a baixa compreensão de conceitos abstratos, a interpretação literal da informação, a baixa compreensão da linguagem (metáforas, idiomas, parábolas) e das questões de retórica, a capacidade diminuta para resolver problemas e a incapacidade de distinguir informações e estímulos pertinentes dos irrelevantes, causam dificuldades no desempenho académico (Griswold, Barnhill, Myles, Hagiwara, & Simpson, 2002; Whitby & Mancil, 2009).

Um estudo mais recente conduzido por Wei, Christiano, Yu, Wagner e Spiker (2015) demonstrou, com base num teste padronizado de capacidades de leitura e matemática aplicado a 130 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 9 anos, a heterogeneidade que as crianças com PEA apresentam no desempenho académico. Os autores deste estudo identificaram quadro perfis de desempenho académico bastante diferentes: maior desempenho (39%), hiperlexia (9%), hipercalculia (20%) e menor desempenho (32%).

Em geral, os indivíduos com maiores valores de QI tendem a melhorar o seu desempenho académico e os indivíduos com mais problemas de comportamento e com menores capacidades sociais tendem a piorar. Além disso, os indivíduos com PEA, mesmos aqueles com maior funcionamento, tendem a apresentar um menor desempenho do que os seus pares com desenvolvimento típico em algumas áreas, particularmente nas áreas que envolve a compreensão de leitura e resolução de problemas. O que revela que existe claramente uma variabilidade significativa no desempenho académico em todo o espectro do autismo e em diferentes áreas académicas e que muitos indivíduos com esta perturbação demonstram ter áreas específicas fortes e debilidades em outras (Keen, Webster, & Ridley, 2015).



## **CAPÍTULO 3 – TECNOLOGIAS DIGITAIS NO APOIO AO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM PEA**

Neste capítulo procuramos destacar o papel da utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem de alunos com PEA, com especial ênfase nas questões relacionadas com as recomendações para a conceptualização de um ambiente digital acessível a utilizadores com PEA.

### **3.1 A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM PEA**

As características das crianças com PEA podem muitas vezes limitar a oportunidade de estas acompanharem o fluir “normal” da aprendizagem, por apresentarem uma série de especificidades em termos das suas competências cognitivas, comunicativas e comportamentos estereotipados, que precisam de ser abordados de forma adequada. Embora estas especificidades sejam comuns em crianças com PEA, estas podem expressar-se em cada indivíduo de forma diversa, tornando-se necessária uma observação cuidada para identificar as suas necessidades individuais, motivações, as suas áreas fortes, assim como a capacidade de definir conteúdos ajustáveis e estratégias de trabalho para cada sujeito é fundamental (Cankaya & Kuzu, 2010; Chiang & Lin, 2007; Silva, Gonçalves, Guerreiro, & Silva, 2012).

Vários estudos (Bougie, 2001; Chen, 2012; Khowaja & Salim, 2013; Ramdoss et al., 2011; Rose & Waite, 2012; Silva et al., 2012; Smith, Spooner, & Wood, 2013; Wainer & Ingersoll, 2011) têm demonstrado que a utilização das tecnologias digitais trazem benefícios para o ensino e aprendizagem e para o desenvolvimento das capacidades e competências funcionais de alunos com PEA ao permitir aos indivíduos com PEA desenvolver habilidades num ambiente altamente padronizado, previsível e controlado.

Importa salientar que já, em 1973, se realizavam estudos sobre os potenciais benefícios das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com autismo, tendo as primeiras aplicações de instruções baseadas por computador para crianças com autismo sido relatadas por Colby (1973).

As tecnologias digitais ao auxiliarem o processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA, proporcionam-lhes uma gama de diferentes oportunidades por serem um meio eficaz para apresentar os conteúdos académicos e promover a criação de ambientes criativos e construtivos onde

se podem desenvolver atividades diferenciadas, significativas e de qualidade (Burton et al., 2013). Permitem ainda que os alunos com PEA trabalhem de forma independente com o computador e com o mínimo de suporte possível, ao seu próprio ritmo e ao nível das suas competências, uma vez que estes muitas vezes se sentem desconfortáveis em ambientes sociais, bem como melhoram a capacidade de concentração, os comportamentos sociais, as interações com os colegas e a capacidade de resposta e desempenho (Chen, 2012; Goldsmith & LeBlanc, 2004; Panyan, 1984; Wainer & Ingersoll, 2011).

Goldsmith e LeBlanc (2004) e Panyan (1984) referem que o uso de tecnologias por parte de alunos com PEA diminui os seus comportamentos estereotipados, proporcionando aos alunos um *feedback* consistente e personalizado (Chen, 2012; Ramdoss et al., 2011). Além disso, aumenta a linguagem, providencia alternativas de comunicação (comunicação aumentativa e alternativa) e pode aumentar as respostas ativas dos alunos, permitindo que estes controlem o estado de aprendizagem, em vez de serem participantes passivos (Panyan, 1984).

A investigação feita por Whalen et al, 2010 citado por Ramdoss et al., (2011) mostra que geralmente os alunos com PEA respondem bem às técnicas de ensino que envolvam informação visual. Nesta perspetiva, os ambientes digitais oferecem oportunidades para recorrer a apresentações visuais dinâmicas e personalizáveis, que podem ser usadas para instrução individualizada selecionando os níveis de dificuldade apropriados de acordo com o nível de competências de cada aluno.

De acordo com Ramdoss et al. (2011), embora o uso das tecnologias digitais traga vários potenciais benefícios para o processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA, tal como referimos anteriormente, a utilização destas ferramentas também pode trazer resultados negativos na vida destes alunos, uma vez que os alunos com PEA que utilizam computadores podem ter menos oportunidades para desenvolver a comunicação verbal, competências sociais, atenção conjunta e estabelecer contacto visual, podendo chegar ao ponto de acabar por perder essas mesmas oportunidades.

Nesta perspetiva, Knight, McKissick, e Saunders (2013) analisaram diversos estudos sobre a utilização das tecnologias para ensinar competências académicas a alunos com PEA, entre 1993 e 2012. Em conformidade com o estudo realizado por Ramdoss et a. (2011), Knight, McKissick, e Saunders (2013) sugerem que, pese embora os alunos com PEA terem demonstrado, em quase todos os estudos analisados, ganhos nos seus desempenhos académicos ao utilizar as tecnologias digitais, a utilização destas no processo de ensino e aprendizagem destes alunos deve ser feita com cautela, devendo estas serem utilizadas em conjunto com as práticas conhecidas como sendo eficazes na educação destes alunos. Salientam ainda o facto que a correção de “erros” e o reforço em cada atividade devem ser incorporados nos softwares para máximo benefício e que a utilização da

tecnologia para ensinar alunos com PEA deve ser feita numa base individual, cuidadosamente monitorizada, assegurando uma instrução sistemática e mudança de estratégias quando os alunos não estão a fazer progressos.

Portanto, as tecnologias digitais apresentam potencial para fornecer aos alunos com PEA um ambiente de aprendizagem interativo, que aumenta a sua atenção, acesso, participação, motivação pela aprendizagem e promova o envolvimento com o mundo real, autonomia e independência, bem como, promova o desenvolvimento de capacidades e competências funcionais, tais como, leitura, escrita, vocabulário, comunicação verbal e coordenação motora. De acordo com Lavie (2010) citado por Banire, Jomhari e Ahmad (2015), estes são elementos vitais para a aprendizagem de indivíduos com PEA.

### **3.2 RECOMENDAÇÕES DE ACESSIBILIDADE PARA UTILIZADORES COM PEA**

Dada a heterogeneidade das crianças com PEA, a adaptabilidade de um ambiente de aprendizagem digital constitui uma componente chave, uma vez que os indivíduos com PEA apresentam um espectro de sintomas variado de acordo com um grau de gravidade, preferências e necessidades específicas (Pavlov, 2014).

Wainer & Ingersoll (2011) fazem uma revisão de vários estudos sobre a aplicação de tecnologias digitais para a intervenção de indivíduos com PEA e relatam que todos os programas incluídos na revisão utilizam estímulos visuais e auditivos para envolver os utilizadores. Estes recursos mostraram ser benéficos para indivíduos com PEA dada a sua preferência pelo processamento visual e uma forte motivação para os meios multimédia. Estes, tais como vídeos, animações e imagens, foram identificados em diferentes estudos como meios eficazes para chamar a atenção de crianças com dificuldades de aprendizagem, especialmente crianças com PEA (Banire et al., 2015; Wainer & Ingersoll, 2011). De acordo com os autores, o desenvolvimento de futuros programas interativos multimédia deve concentrar-se em maneiras de melhorar estes estímulos e motivar os aspetos de aprendizagem.

Os dados recolhidos nos artigos analisados dos autores supracitados permitem igualmente verificar que os softwares mencionados utilizam imagens, sons e animações com o intuito de facilitar a identificação do conteúdo e recorrem a atividades interativas que desenvolvem a memorização e a coordenação motora das crianças com PEA.

Pavlov (2014) descreve os requisitos funcionais específicos que devem ser considerados para a construção de uma interface acessível a utilizadores com PEA, no sentido de melhorar a compreensão da leitura nestes utilizadores. Este autor apresenta ainda uma visão geral de metodologias orientadas para a acessibilidade da informação para este público-alvo, sendo que a personalização é uma componente chave, uma vez que os utilizadores com PEA têm preferências e

necessidades diferentes. Entre outras recomendações, Pavlov (2014) sugere os seguintes requisitos a ter em atenção na conceptualização de uma aplicação acessível a utilizadores com PEA: contraste entre a fonte e o fundo do ecrã; simplicidade da aplicação com poucos elementos no ecrã; interface clara, com cores de fundo suaves, sem elementos distratores e nem com imagens de fundo; utilização de botões e ícones grandes; e recurso a instruções curtas de utilização da aplicação em cada etapa. Também Mintz, (2013), Putnam e Chong (2008) e Ramdoss et al. (2011) sugerem fornecer instruções claras e orientações sobre atividades para facilitar a compreensão do utilizador sobre o conteúdo e linguagem, a fim de estimular, motivar e envolver os utilizadores.

Como as crianças com PEA podem enfrentar barreiras na compreensão da informação e na decodificação da linguagem, as características recomendadas para conceber uma interface para crianças com PEA são: o uso de linguagem simples, visual e textual; evitar jargões, erros ortográficos, metáforas e acrônimos; a utilização de termos, expressões, nomes e símbolos familiares ao contexto dos utilizadores (Darejeh & Singh, 2013); ser sucinto, evitar escrever parágrafos longos e usar marcas que facilitem o fluxo de leitura, como listas, título e ícones; e usar imagens e rótulos de menu e ações compatíveis com o mundo real, representando ações concretas e atividades da vida quotidiana, a fim de serem facilmente reconhecidos pelos utilizadores (Lau, Yuen, & Lian, 2007; Muñoz, Barcelos, Noe, L., & Kreisel, 2013).

Vários autores sublinham a importância do *feedback* para crianças com PEA, no sentido de orientá-las na realização das tarefas, apoiar a compreensão do comportamento do ambiente digital e prever o comportamento de características ou elementos semelhantes. Por isso recomenda-se que a interface projetada para utilizadores com PEA forneça *feedback* constante para confirmar as ações corretas ou alertá-los para possíveis erros, usando áudio, texto e imagens para representar a mensagem (Muñoz et al., 2013; Sitdhisanguan, Chotikakamthorn, Dechaboon, & Out, 2011).

Britto e Pizzolato (2016) propuseram um conjunto de diretrizes únicas para interfaces acessíveis para pessoas com autismo – GAIA (Guia de Acessibilidade de Interfaces web focados em aspetos do Autismo), na procura de melhor investigar e apoiar a tomada de decisões no desenvolvimento de aplicações web para esta população específica. Estas diretrizes e recomendações foram agrupadas em dez categorias e têm como base os princípios de design universal: (G1) Vocabulário Visual e Textual; (G2) Customização; (G3) Engajamento; (G4) Representações Redundantes; (G5) Multimédia; (G6) Resposta às ações; (G7) *Affordance*; (G8) Navegabilidade; (G9) Estado do Sistema; e (G10) Interação com Ecrã Sensível ao Toque. Na tabela 3 apresentamos a distribuição das recomendações para as dez categorias.

**Tabela 3: Diretrizes para a Acessibilidades de Interfaces para pessoas com Autismo (Britto & Pizzolato, 2016)**

<b>Diretrizes para a Acessibilidades de Interfaces para pessoas com Autismo</b>	
<b>ID</b>	<b>Descrição sumária</b>
<b>G1 – Vocabulário visual e textual</b>	
1.1	As cores não devem ser a única forma de transmitir um conteúdo e o contraste entre as cores de fundo e objetos de primeiro plano deve ser adequado para distinguir os itens e diferenciar conteúdos ou relacionar informações similares.
1.2	Utilize uma linguagem visual e textual simples, evitando jargões, erros ortográficos, metáforas, abreviações e acrônimos, fazendo uso de termos, expressões, nomes e símbolos familiares ao contexto de seus usuários.
1.3	Procure ser sucinto, não escreva parágrafos longos e utilize marcações que facilitam a leitura como listas e títulos para seções de conteúdo.
1.4	Ícones, imagens e nomenclatura de ações e menus devem ser compatíveis com o mundo real, representar ações concretas e atividades de vida cotidiana para que possam ser mais facilmente reconhecidas.
<b>G2 – Customização</b>	
2.1	Permitir customizar cores, tamanho de texto e fontes utilizadas em elementos da página.
2.2	Oferecer opções para customizar a visualização de informação com imagens, som e texto de acordo com as preferências individuais da pessoa.
2.3	Oferecer opções para customizar a quantidade e a disposição de elementos na interface e personalizar as funcionalidades.
2.4	Permitir que atividades que envolvam leitura e concentração possam ter um modo de leitura ou impressão.
<b>G3 – Engajamento</b>	
3.1	Evite utilizar elementos que distraem e interfiram no foco ou na atenção. Caso utilize, forneça opções para suprimir estes elementos na interface
3.2	Projete interfaces simples, com poucos elementos e que contenha somente as funcionalidades e conteúdos necessários para a tarefa atual.
3.3	Utilize espaços em branco entre os elementos da página para separar conteúdos distintos ou focar a atenção em um conteúdo.
3.4	Forneça instruções e orientações claras sobre as tarefas para facilitar a compreensão do conteúdo e de sua linguagem de forma a estimular, motivar e engajar o utilizador na interação.
<b>G4 – Representação redundante</b>	
4.1	A aplicação não deve se concentrar somente no texto para apresentar o conteúdo. Forneça representações alternativas através da imagem, áudio ou vídeo e assegure-se de que elas se aproximem do texto correspondente
4.2	Símbolos, pictogramas e ícones devem apresentar um equivalente textual próximo para facilitar a compreensão do símbolo e contribuir para o enriquecimento do vocabulário do utilizador.
4.3	Forneça instruções e legendas em áudio para textos, mas assegure-se de que esta não seja a única representação de conteúdo alternativo
<b>G5 – Multimídia</b>	
5.1	Forneça informações em diferentes representações, como texto, vídeo, áudio e imagens para melhor compreensão do conteúdo e vocabulário, além de ajudar os utilizadores a se concentrarem no conteúdo
5.2	Permita que as imagens possam ser ampliadas para uma melhor visualização e garanta que elas continuem a ser compreensíveis quando ampliadas
5.3	Evite o uso de sons perturbadores e explosivos, como sirenes ou fogos de artifício
<b>G6 – Feedback</b>	
6.1	Forneça <i>feedback</i> confirmando ações corretas ou alertando sobre possíveis erros e utilize áudio, texto e imagens para representar a mensagem, evitando ícones que envolvam emoções ou expressões faciais

Tabela 3: Continuação (Britto &amp; Pizzolato, 2016)

Diretrizes para a Acessibilidades de Interfaces para pessoas com Autismo	
ID	Descrição sumária
<b>G7 – Affordance</b>	
7.1	Elementos e interações similares devem produzir resultados similares, consistentes e previsíveis
7.2	Utilize ícones, botões e controles de formulário maiores que forneçam área apropriada de clique / toque adequada e assegure-se de que os elementos pareçam clicáveis
7.3	Forneça instruções e <i>feedback</i> imediato sobre uma restrição de interação com o sistema ou com um determinado elemento de interface
<b>G8 – Navegabilidade</b>	
8.1	Forneça uma navegação simplificada e consistente entre as páginas, utilizando indicadores de localização, progresso e apresente botões de navegação global (Sair, Voltar à página inicial, ajuda) em todas as páginas
8.2	Evite redirecionar páginas automaticamente ou determinar o tempo de expiração para tarefas, pois o utilizador é quem deve controlar a navegação e o tempo de realização das atividades.
<b>G9 – Visibilidade do Estado do Sistema</b>	
9.1	Apresente instruções adequadas para interagir com os elementos da interface, forneça mensagens claras sobre os erros e mecanismos para resolver os erros
9.2	Permita que ações críticas sejam revertidas, canceladas, desfeitas ou confirmadas
9.3	Em atividades educativas e lições interativa, é recomendável que o sistema permita até cinco tentativas numa atividade antes de mostrar a resposta correta
<b>G10 – Interações em ecrãs sensíveis ao toque</b>	
10.1	A interação com ecrãs sensíveis ao toque devem ter a sensibilidade adequada e prevenir erros de seleções e toque acidental nos elementos da interface

Cankaya e Kuzu (2010) também apresentam resultados de pesquisa relacionados com recomendações de design para a interface do utilizador com PEA, afirmando que as aplicações de jogos educacionais devem ser suficientemente flexíveis para acomodar as diferenças individuais de cada criança com PEA.

Neste cenário, importa salientar que as interfaces devem ser projetadas para serem acessíveis a pessoas com PEA e a qualquer outra pessoa, minimizando ou evitando barreiras na interação (Britto & Pizzolato, 2016).

Face às recomendações aqui descritas, considera-se que estas devem ser aplicadas na conceção e desenvolvimento de novos softwares, atendendo às necessidades do público-alvo e, posteriormente, devem ser testadas para verificar a sua funcionalidade. Reforçando esta ideia, sabemos que, pese embora as dificuldades sejam comuns em crianças com PEA, estas expressam-se em cada indivíduo de forma diversa, tornando-se necessária uma observação cuidada para identificar as suas necessidades individuais e motivações, assim como as suas áreas fortes (Chiang & Lin, 2007) para que possamos desenvolver um produto efetivamente acessível a crianças com PEA.

## **CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DA COMPETÊNCIA MATEMÁTICA**

No presente capítulo, procuramos descrever as capacidades matemáticas que se espera que as crianças e jovens desenvolvam ao longo do Ensino Básico, na perspetiva de serem matematicamente competentes. Apresentam-se os conceitos específicos relacionados com cada capacidade matemática, sistematizando-as num quadro teórico de referência para promover o desenvolvimento da competência matemática no domínio da geometria.

Procuramos também neste capítulo destacar o perfil de desempenho académico no domínio da matemática das crianças com PEA, mencionando as estratégias que têm sido utilizadas no ensino e aprendizagem da matemática com o público-alvo da nossa investigação, nomeadamente, no que diz respeito ao uso das tecnologias digitais como instrumentos facilitadores no desenvolvimento de capacidades matemáticas.

### **4.1 A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA**

A matemática constitui um património cultural da humanidade e uma forma de pensar. É neste contexto que a compreensão matemática se torna fundamental para a transição dos jovens para a vida ativa, uma vez que a matemática é uma ferramenta crítica para resolver problemas, solucionar desafios pessoais, profissionais e sociais, compreender aspetos científicos e deslindar situações encontradas na vida diária (OECD, 2017).

Tal como refere Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999), a educação matemática contribui para tornar os alunos competentes, críticos e confiantes nos aspetos essenciais em que a sua vida se relaciona com a matemática. É neste contexto que importa referir que todas as crianças e jovens sem exceção devem desenvolver a capacidade de usar a matemática para analisar e resolver situações problemáticas, para raciocinar e comunicar.

De acordo com os autores supracitados ser-se matematicamente competente na realização de uma determinada tarefa implica “ter não só os conhecimentos necessários como a capacidade de os identificar e mobilizar na situação concreta e ainda a disposição para fazê-lo efetivamente. Estes três aspetos (conhecimentos, capacidades, atitudes) são inseparáveis no próprio processo de aprendizagem” (p. 19).

No ensino da matemática destacam-se três grandes finalidades: a estruturação do pensamento, a análise do mundo natural e a interpretação da sociedade, a par do desenvolvimento de

capacidades de resolução de problemas, de raciocínio e de comunicação. A estruturação do pensamento, como apreensão e hierarquização de conceitos matemáticos, o estudo sistemático das suas propriedades e a argumentação clara e precisa, própria desta disciplina, têm um papel primordial na organização do pensamento, constituindo-se essenciais para o desenvolvimento do raciocínio hipotético-dedutivo (Bivar, Grosso, Oliveira, & Timóteo, 2013; Ponte et al., 2007).

Os aspetos ligados ao raciocínio matemático apropriados à idade e grau de escolaridade da criança, desempenham um papel primordial para que a criança se torne matematicamente competente. O raciocínio matemático desenvolve-se através do conhecimento, da compreensão de noções matemáticas fundamentais e da aquisição progressiva de capacidades ligadas, por exemplo: à visualização espacial, à comunicação matemática e à resolução de problemas.

Importa encarar o desenvolvimento da competência matemática como um processo contínuo e progressivo ao longo dos diversos ciclos de ensino. Para os alunos com PEA, o desenvolvimento de capacidades matemáticas torna-se ainda mais crucial, considerando a importância destas capacidades na inclusão social, no desenvolvimento intelectual e no sucesso de uma vida autónoma (Malley et al., 2013; Yıkmış, 2016)

#### **4.2 CONCEITO DE COMPETÊNCIA MATEMÁTICA**

O termo competência admite diversas interpretações e significados dependendo do contexto em que é utilizado. Na área da educação, a palavra competência pode surgir no âmbito do ensino profissional muito ligada às exigências do mundo do trabalho e em contexto de forte incremento da escolarização dos jovens (Morais, 2004; Serrazina & Oliveira, 2005). De forma mais abrangente, o documento Currículo Nacional do Ensino Básico adota a noção de competência como aquela “que integra conhecimentos, capacidades e atitudes e que pode ser entendida como saber em ação ou em uso” (ME-DEB, 2001). A competência matemática pressupõe o reconhecimento de que a matemática é fortemente interrelacionada e que os tópicos se sobrepõem e integram, no desenvolvimento das experiências de aprendizagem, facilitando uma gestão flexível do currículo (Serrazina & Oliveira, 2005, p.11).

Marques (2000, p. 142) citado por Moraes (2004) define o termo competência como “conjunto de capacidades interdependentes relacionadas com um determinado domínio. Em pedagogia, a competência surge associada ao saber fazer e constitui uma componente essencial do processo de aprender a aprender”.

O International Programme for Student Assessment (PISA) define literacia matemática como “*an individual’s capacity to formulate, employ and interpret mathematics in a variety of contexts. It includes reasoning mathematically and using mathematical concepts, procedures, facts and tools to describe, explain and predict phenomena. It assists individuals to recognise the role that*



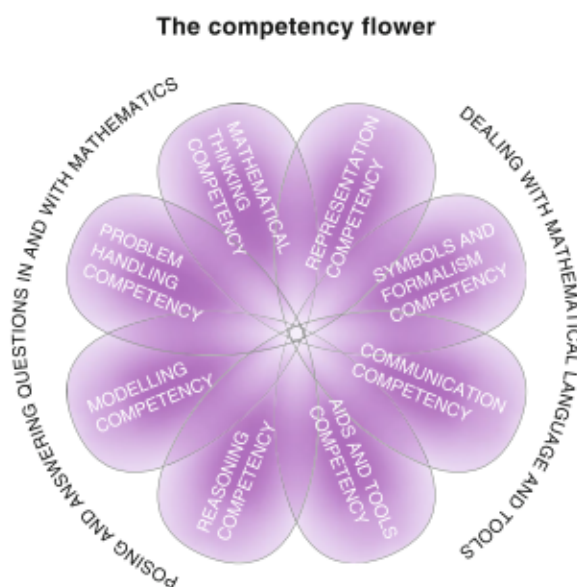
*mathematics plays in the world and to make the well-founded judgments and decisions needed by constructive, engaged and reflective citizens.”* (OECD, 2017, p. 15).

De acordo com Serrazina e Oliveira (2005), a competência matemática pode ser avaliada através da forma como se usam os conhecimentos matemáticos e as capacidades na resolução dos problemas, sendo a competência matemática definida como literacia matemática. É nesta perspetiva que se insere o ponto de vista do PISA, que avalia a competência matemática apresentando problemas matemáticos numa variedade de situações que promovem a mobilização de conhecimentos e de capacidades matemáticas e entre as quais a capacidade de analisar, raciocinar e comunicar ideias na sua interpretação e resolução.

Niss (2003) e os seus colaboradores identificaram no seu projeto KOM (Dinamarca) oito competências (cf. Figura 1) que foram adotadas pelos quadros do PISA até 2009 e que passamos a descrever abaixo (Niss, 2015; OECD, 2009):

1. **Pensamento matemático:** inclui fazer perguntas características da matemática; conhecer os tipos de respostas matemáticas que ofereçam tais questões; distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definições, teoremas, conjecturas, hipóteses, exemplos, afirmações condicionadas); e compreender e lidar com a extensão e os limites de determinados conceitos matemáticos.
2. **Argumentação** (raciocínio matemático): inclui saber o que são provas matemáticas e como estas diferem de outros tipos de raciocínios matemáticos; acompanhar e avaliar cadeias de argumentos matemáticos de diferentes tipos; e criar e expressar argumentos matemáticos.
3. **Comunicação:** envolve expressar-se, numa variedade de formas, sobre questões com conteúdo matemático, oralmente e na forma escrita; e compreender declarações escritas ou orais de outros interlocutores sobre tais assuntos.
4. **Modelação:** envolve a estruturação do campo ou situação a ser modelado; traduzir a realidade em estruturas matemáticas; interpretar modelos matemáticos em termos de realidade; trabalhar com um modelo matemático; validar o modelo; refletir, analisar e oferecer uma crítica de um modelo e seus resultados; comunicar sobre o modelo e seus resultados (incluindo as limitações de tais resultados); e monitorar e controlar a modelagem.
5. **Problemática e resolução de problemas:** envolve o levantamento, formulação e definição dos diferentes tipos de problemas matemáticos (por exemplo "puro", "aplicado", "em aberto" e "fechado"), e resolver diferentes tipos de problemas matemáticos numa variedade de formas.

6. **Representação:** envolve o codificar e o decodificar, a tradução, interpretação e distinção de diferentes formas de representação de objetos matemáticos e situações; as inter-relações entre várias representações; e a escolha e a alternância entre diferentes formas de representação, de acordo com a situação e a finalidade.
7. **Usar símbolos, linguagem técnica e formal e operações:** envolve a decodificação e a interpretação de linguagem simbólica e formal, e compreender a sua relação com a linguagem natural; a tradução da linguagem natural para a linguagem simbólica / formal; a manipulação de declarações e expressões que contêm símbolos e fórmulas; e a utilização de variáveis, a resolução de equações e cálculos.
8. **Usar auxiliares e ferramentas:** envolve conhecer e ser capaz de fazer uso de várias ajudas e instrumentos (incluindo tecnologia da informação) que podem ajudar na atividade matemática e saber quais as limitações de tais ajudas e ferramentas.



**Figura 1: Flor representativa das oito competências do projeto KOM (Niss, 2015)**

Nos quadros teóricos do PISA 2012 e PISA 2015 foram definidas três categorias (Formular, Empregar e Interpretar) para sustentar os processos matemáticos na resolução de problemas. **Formular** envolve a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática. Ver que a matemática pode ser aplicada na compreensão e resolução de problemas. Providenciar estruturas matemáticas, representações, variáveis e fazer suposições sobre como resolver o problema. **Empregar** envolve a aplicação do raciocínio matemático e o uso de conceitos matemáticos, procedimentos, fatos e ferramentas para obter uma solução matemática. Esta categoria também inclui a realização de cálculos, manipulando expressões e equações algébricas ou desenvolvendo outros modelos matemáticos, a análise de informações de forma matemática a partir de diagramas e

gráficos, o desenvolvimento de descrições matemáticas e explicações utilizando ferramentas matemáticas para resolver problemas. **Interpretar** matematicamente envolve refletir sobre soluções matemáticas e interpretá-las num determinado contexto de problema. Inclui avaliar as soluções e os raciocínios matemáticos empregues e verificar se os resultados são razoáveis e fazem sentido naquela situação específica (OECD, 2017).

A literacia matemática está indexada à forma como os indivíduos usam a matemática e ferramentas matemáticas para resolver problemas em diversos contextos e vai progredindo através de uma série de etapas. A figura 2 mostra uma visão geral do modelo de literacia matemática na prática e a relação entre os vários domínios que lhe estão subjacentes (OECD, 2017).

Na parte superior da figura 2 podemos observar que o conhecimento matemático ocorre num contexto de um problema ou desafio que se coloca no mundo real, categorizado em Conteúdos e Contextos. As categorias de **Contexto** podem ser de caráter: **Pessoal** – quando envolvem desafios individuais ou relacionados aos seus pares; **Social** – quando focado numa comunidade de caráter local, nacional ou global; **Ocupacional** – centralizada no mundo do trabalho; ou **Científico** – relacionado ao uso da matemática no mundo natural ou tecnológico. Em relação aos **Conteúdos** estes encontram-se categorizados nas áreas de **Quantidade; Incerteza e Dados ou Probabilidade; Mudanças e Relações; Espaço e Forma**.

Para resolver problemas contextualizados, os indivíduos devem apropriar-se de pensamento matemático e ações para resolver esses problemas, sendo necessário que estes adquiram uma variedade de conceitos matemáticos, conhecimentos e competências. As ações são caracterizadas no enquadramento das sete capacidades fundamentais da matemática, descritas mais adiante neste capítulo e listadas na figura 2, e na construção de processos matemáticos para a resolução do problema. A resolução de um problema pode exigir a formulação do problema, o emprego de conceitos matemáticos ou procedimentos e a interpretação de uma solução do problema ativando capacidades matemáticas fundamentais simultâneas e/ou sucessivas.

A representação visual do ciclo dos processos matemáticos retrata uma versão idealizada e simplificada dos estágios pelos quais um solucionador de problemas matemáticos passa quando ativa a sua literacia matemática. Neste contexto, o solucionador ao deparar-se com um “problema num determinado contexto” irá acionar aspetos matemáticos e formular a situação matematicamente de acordo com os conceitos e relacionamentos identificados, realizando suposições simples. Assim, o solucionador transforma um ‘problema de um determinado contexto’ num ‘problema matemático’ passível de uma solução matemática. No estágio seguinte ele emprega conceitos, ferramentas, e procedimentos matemáticos para obter ‘resultados matemáticos’. Posteriormente estes resultados são submetidos a uma interpretação em termos do problema original inserido no contexto, isto é,

colocam-se os ‘resultados no contexto’. No passo conclusivo esses resultados são avaliados quanto à sua razoabilidade mediante o problema em questão e o contexto em que se insere (OECD, 2015).



**Figura 2: Modelo de literacia matemática na prática proposto pelo PISA**

Considerando os processos matemáticos envolvidos na resolução de problemas, o quadro teórico do PISA 2012 e PISA 2015, reformula o conjunto das oito competências matemáticas definidas por Niss (2003), condensando-as e reestruturando-as em sete capacidades fundamentais da matemática, com base em investigações anteriores do PISA (Turner et al., 2013). Começaremos por descrever estas sete capacidades apresentando de seguida uma análise comparativa entre os quadros de Niss e do PISA.

As sete capacidades fundamentais da matemática usadas no quadro teórico do PISA 2015 são as abaixo apresentadas:

- **Comunicação:** a literacia matemática envolve comunicação. O indivíduo percebe a existência de algum desafio e é estimulado a reconhecer e compreender um problema situação. A leitura, decodificação e interpretação de declarações, perguntas, tarefas ou objetos permite ao indivíduo formar um modelo mental da situação, que é um passo importante na compreensão, esclarecimento e formulação do problema. Durante o processo de resolução, resultados intermediários podem necessitar de ser resumidos e apresentados. Após o encontro de uma solução, pode haver necessidade do solucionador apresentar a solução a que chegou, explicando/justificando, aos outros, os procedimentos que usou.

- **Matematização:** a literacia matemática pode envolver a interpretação ou avaliação de um resultado matemático ou modelo matemático assim como a transformação de um problema definido no mundo real num estritamente matemático (podendo incluir estruturação, conceptualização, feitura de suposições, e / ou formulação de um modelo). O termo matematização é utilizado para descrever as atividades matemáticas fundamentais envolvidas.
- **Representação:** a literacia matemática envolve, muito frequentemente, representações de objetos e situações matemáticas. O que pode implicar a seleção, interpretação, tradução e utilização de uma variedade de representações para capturar uma situação. As representações podem incluir gráficos, tabelas, diagramas, imagens, equações, fórmulas e/ou materiais concretos. A forma de interação com o problema e o modo de a apresentar estão incluídas nesta capacidade.
- **Raciocínio e argumento:** uma das capacidades matemáticas que é chamada a intervir em todo os diferentes estágios e atividades associadas à literacia matemática. Esta capacidade envolve processos de pensamentos lógicos que exploram e ligam elementos do problema, a fim de, a partir deles, despoletar inferências. Nesta capacidade assentam também a verificação e justificação oral ou escrita da solução encontrada.
- **Elaboração de estratégias para a resolução de problemas (EERP):** a literacia matemática exige frequentemente a conceção de estratégias para resolver problemas matemáticos. Esta envolve um conjunto de processos de controlo crítico que guiam um indivíduo a reconhecer, formular e resolver problemas de forma eficaz. Esta capacidade é caracterizada por selecionar ou elaborar um plano ou estratégia para usar a matemática para resolver problemas decorrentes de uma tarefa ou contexto, bem como orientar a implementação da estratégia selecionada. Esta capacidade de matemática pode ser exigida em qualquer uma das fases do processo de resolução de problemas.
- **Usar símbolos, linguagem técnica e formal e operações (ULOS):** a literacia matemática requer o uso de linguagem e operações simbólicas, formais e técnicos. Isto envolve a compreensão, interpretação, manipulação, e o uso e manipulação algébrica de expressões simbólicas dentro de um contexto matemático regidos por convenções e regras matemáticas. Envolve também a compreensão e a utilização de construções matemáticas formais e algorítmicas baseadas em definições, regras e sistemas formais. Os símbolos, normas e os sistemas utilizados variam de acordo com o conhecimento do conteúdo matemático necessário para formular uma tarefa específica, resolvê-la ou interpretá-la.

- **Usar ferramentas matemáticas:** capacidade matemática subjacente à alfabetização matemática, na prática refere-se ao uso de ferramentas matemáticas. As ferramentas matemáticas abrangem ferramentas físicas, tais como os instrumentos de medida, calculadoras e ferramentas computacionais. Esta capacidade envolve conhecer e ser capaz de fazer uso de várias ferramentas que podem ajudar na atividade matemática, e saber sobre as limitações de tais ferramentas. As ferramentas matemáticas também podem ter um papel importante na comunicação de resultados.

A experiência no desenvolvimento dos itens do PISA revelou que há um conjunto de capacidades matemáticas que sustenta cada um dos processos acima referidos. Na tabela seguinte encontra-se a relação entre os processos matemáticos e as capacidades fundamentais da matemática de acordo com o quadro teórico estabelecido pelo PISA 2015.

**Tabela 4: Relação entre os processos matemáticos e as capacidades fundamentais da matemática (OECD, 2017)**

Processos Matemáticos / Capacidades Matemáticas	Formular situações matemáticas	Empregar conceitos matemáticos, factos, procedimentos e raciocínio	Interpretar, aplicar e avaliar os resultados matemáticos
<b>Comunicação</b>	Ler, decodificar e dar sentido aos enunciados, perguntas, tarefas, objetos, imagens ou animações a fim de formar um modelo mental da situação.	Articular uma solução, mostrar o trabalho envolvido na obtenção de uma solução e / ou resumir e apresentar resultados matemáticos intermédios.	Construir e comunicar explicações e argumentos no contexto do problema.
<b>Matematização</b>	Identificar variáveis matemáticas subjacentes e estruturas no problema do mundo real, e fazer suposições com base nessa identificação	Utilizar uma compreensão do contexto para guiar ou acelerar o processo de resolução de matemática, por exemplo, trabalhar para um contexto com um nível adequado de precisão.	Compreender a extensão e limites de uma solução matemática que são consequência do modelo matemático utilizado.

Tabela 4: Continuação

<div> <div>Processos Matemáticos</div> <div>Capacidades Matemáticas</div> </div>	Formular situações matemáticas	Empregar conceitos matemáticos, factos, procedimentos e raciocínio	Interpretar, aplicar e avaliar os resultados matemáticos
<b>Representação</b>	Criar uma representação matemática da informação do mundo real.	Dar sentido, relacionar e utilizar uma variedade de representações quando interagir com um problema.	Interpretar resultados matemáticos numa variedade de formatos em relação a uma situação ou utilização; comparar ou avaliar duas ou mais representações em relação a uma mesma situação.
<b>Raciocínio e Argumentação</b>	Explicar, defender ou oferecer uma justificação para a identificação ou representação concebida de uma situação do mundo real.	Explicar, defender ou oferecer uma justificação para os processos e procedimentos utilizados para determinar uma solução ou resultado matemático. Ligar peças de informação para se chegar a uma solução matemática, fazer generalizações ou criar um argumento multi-fases.	Refletir sobre soluções matemáticas e criar explicações e argumentos que suportam, refutam ou qualificam uma solução matemática para um problema contextualizado.
<b>Elaboração de estratégias para a resolução de problemas</b>	Selecionar ou elaborar um plano ou estratégia matemática para reformular problemas contextualizados.	Ativação eficaz e sustentada de mecanismos de controlo através de procedimentos de liderança multi-passo para conduzir a uma solução matemática, conclusão, ou generalização.	Conceber e implementar uma estratégia a fim de interpretar, avaliar e validar uma solução matemática para um problema contextualizado.
<b>Uso de linguagem e operações simbólicas</b>	Utilizar variáveis adequadas, símbolos, diagramas e modelos padrão a fim de representar um problema do mundo real usando linguagem simbólica / formal.	Compreender e utilizar construções formais baseadas em definições, regras e sistemas formais bem como aplicar algoritmos.	Compreender a relação entre o contexto do problema e a representação matemática da solução. Utilizar esta compreensão para ajudar a interpretar a solução no contexto e avaliar a viabilidade e as possíveis limitações da solução.

Tabela 4: Continuação

<b>Processos Matemáticos</b>	<b>Formular situações matemáticas</b>	<b>Empregar conceitos matemáticos, factos, procedimentos e raciocínio</b>	<b>Interpretar, aplicar e avaliar os resultados matemáticos</b>
<b>Capacidades Matemáticas</b>			
<b>Uso de ferramentas matemáticas</b>	Utilizar ferramentas matemáticas, a fim de reconhecer estruturas matemáticas ou para retratar relações matemáticas.	Conhecer e ser capaz de fazer uso adequado de várias ferramentas que podem auxiliar na implementação de processos e procedimentos para a determinação de soluções matemáticas	Utilizar ferramentas matemáticas para determinar a razoabilidade de uma solução matemática, limites e restrições da solução, tendo em conta o contexto do problema.

Como pudemos constatar o quadro teórico do PISA 2015 utiliza uma versão modificada das oito competências definidas por Niss (2003), estabelecendo sete capacidades fundamentais da matemática que complementam o papel do conhecimento de conteúdos matemáticos específicos na aprendizagem da matemática. Neste sentido, pareceu-nos crucial fazer uma analogia entre as oito competências do projeto KOM (Niss, 2003) e as sete capacidades matemáticas fundamentais consideradas nos últimos dois quadros do PISA, por forma a averiguar quais foram as modificações sofridas no novo quadro teórico estabelecido pelo PISA.

Tendo por base a análise realizada por Mogens Niss em 2015 (Niss, 2015) sobre o papel das competências dentro do PISA examinámos que, para além da mudança na terminologia “competências matemáticas” para “capacidades matemáticas fundamentais”, houve alterações no que diz respeito aos seguintes aspetos, abaixo descritos:

- (1) No número e nome das competências: por exemplo, o pensamento matemático de Niss (2003) foi fundido na capacidade “raciocínio e argumentação”, dada a impossibilidade de separar o pensamento matemático da capacidade raciocínio. Estes estão intimamente relacionados;
- (2) Na definição e delimitação das capacidades fundamentais, sendo primordial reduzir ou eliminar sobreposições entre as descrições das competências. Algumas das oito competências sobrepunham-se em alguns aspetos, é o caso da competência “comunicação” que aparece descrita em mais do que uma competência. Nos últimos quadros do PISA podemos verificar que as capacidades fundamentais da matemática estão definidas e descritas por forma a que a sobreposição entre elas seja mínima. Mesmo não havendo uma relação clara entre as oito competências e as sete capacidades fundamentais da matemática, é possível estabelecer uma correspondência entre ambas,



embora não seja uma correspondência de um-para-um. Por exemplo: “comunicação” corresponde a “comunicação”, “modelagem” corresponde a “matematização”; “pensamento matemático” juntamente com “argumentação (raciocínio matemático)” corresponde ao “raciocínio e argumentação”; “representação” corresponde a “representação”; “problematização e resolução de problemas” corresponde a “elaboração de estratégias para a resolução de problemas”; “usar símbolos, linguagem técnica e formal e operações” e “usar ferramentas matemática”, a definição destas capacidades/competências mantem-se em ambos documentos, embora as suas descrições sejam mais detalhadas nos últimos quadros do PISA;

- (3) Na reordenação das capacidades fundamentais da matemática: no quadro do PISA 2015, as capacidades fundamentais da matemática sucedem numa ordem diferente das competências matemáticas que aparecem nos quadros do PISA anteriores a 2012 e no de Niss (2003). Esta reordenação deve-se ao facto da necessidade de haver uma ordem lógica para o aluno ser bem-sucedido na resolução de problemas. Em primeiro lugar, o aluno tem que se familiarizar com o problema, o que requer a parte recetiva da “comunicação”. O passo seguinte envolve o processo de “matematização”, ou seja, a transformação de um problema do contexto real para um problema matemático, fazendo uso de “representações” matemáticas. Uma vez que a situação do contexto real foi matematizada, o aluno tem que elaborar uma estratégia para resolver os problemas matemáticos que se seguirão. Por sua vez, a elaboração de estratégias envolve, na maioria das vezes, o “uso de símbolos, linguagem técnica e formal e operações” e o “uso de ferramentas matemáticas”. Seguindo-se, posteriormente, a tentativa de justificar os resultados matemáticos obtidos, fomentado desta forma o raciocínio matemático e a argumentação. Finalmente, o aluno terá que comunicar o seu processo de resolução e os seus resultados, apresentando os seus argumentos a outros. Isto leva-nos de volta à “comunicação”, agora de caráter expressivo.

#### **4.3 CAPACIDADES MATEMÁTICAS A DESENVOLVER NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA**

O tópico escolhido para as atividades implementadas no ambiente digital concebido e desenvolvido foi o da geometria e a razão relaciona-se com o facto da geometria desenvolver o conhecimento do mundo real, a sua interpretação e descrição visual, sendo o berço privilegiado dos raciocínios lógico-dedutivos da matemática, tal como referido anteriormente (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999; Breda et al., 2011).

A Geometria é um meio privilegiado para o desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, verbalização, pensamento matemático e intuição, o que contribui para melhorar a capacidade de resolução de problemas, para além de ser um domínio, por excelência, de perceber o mundo físico, interpretar, modificar e antecipar transformações relativamente aos objetos. “Estabelecer e comunicar relações espaciais entre os objetos, fazer estimativas relativamente à forma e medida, descobrir propriedades das figuras e aplicá-las em diversas situações são processos importantes do pensamento geométrico. O esboço geométrico, a manipulação e a construção no computador de objetos geométricos permitem a exploração de conjecturas e a investigação de relações que precedem o uso do raciocínio formal” (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999, p. 60).

Os autores acima referidos referem ainda que o ensino da geometria e medida deve proporcionar um conjunto diversificado de experiências espaciais, procurando que os alunos construam imagens mentais, desenvolvam a memória espacial para recordar ou reconhecer um objeto e prevejam os efeitos resultantes de mudanças nas relações espaciais entre os objetos.

Já Loureiro (2009, p. 63), recorrendo a Battista (2007), apresenta a geometria como “uma rede complexa de interligações entre conceitos, modos de pensar, e sistemas de representação que são usados para conceptualizar e analisar ambientes espaciais físicos e imaginados. À geometria está subjacente o raciocínio espacial, que é a capacidade para “ver”, analisar e refletir sobre objetos espaciais, imagens, relações e transformações”.

O quadro teórico do PISA 2015 (OECD, 2017) apresenta quatro categorias para avaliar a literacia matemática, que caracterizam o conteúdo dos vários domínios da matemática, fazendo jus ao currículo matemático que é, normalmente, organizado nas escolas. As categorias apresentadas no PISA 2015 são: mudança e relações, espaço e forma, quantidade, e, incerteza e dados.

A categoria *espaço e forma* apresentada pelo PISA 2015 é a categoria que mais se aproxima do domínio matemático que explorámos no trabalho descrito nesta tese. O referido quadro teórico faz a seguinte descrição do conhecimento de conteúdo da categoria *espaço e forma* como aquela que abrange uma ampla gama de fenómenos encontrados no mundo: padrões, propriedades de objetos, posições e orientações, representações de objetos, descodificação e codificação da informação visual, navegação e interação dinâmica com formas reais, bem como representações.

De acordo com o mesmo quadro teórico, a literacia matemática na área *espaço e forma* envolve uma série de atividades: compreensão da perspetiva (por exemplo, em pinturas), criação e leitura de mapas, transformação de formas com ou sem tecnologia, interpretação de visualizações tridimensionais de situações em diversas perspetivas e a construção de formas de representação.

O estudo da geometria ajuda os alunos a representar e a dar significado ao mundo. Por exemplo, a simetria proporciona oportunidades para os alunos verem a geometria no mundo da arte ou na natureza (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999), Para além de contribuir com um vocabulário

geométrico que vai sendo adquirido, espera-se que os alunos desenvolvam a capacidade de compreensão dos conceitos e suas relações, da análise da informação, de resolução de problemas, de comunicação, de fazer abstrações e generalizações e de compreender e elaborar argumentações (Breda et al., 2011).

Nos subcapítulos subsequentes serão escalpelizadas as sete capacidades matemáticas que permitem o desenvolvimento da competência matemática no domínio da geometria, tendo em conta o público-alvo do presente estudo e as adaptações inerentes aos processos matemáticos envolvidos em cada uma das sete capacidades matemáticas referidas. Será ainda apresentado o quadro teórico de referência construído com base na revisão de literatura efetuada e nos quadros do PISA. De salientar que a competência matemática desenvolve-se, gradualmente, ao longo dos vários anos da escolaridade básica, e envolve a compreensão de um conjunto de noções matemáticas fundamentais.

#### **4.3.1 CAPACIDADE – COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA**

A comunicação matemática é a capacidade de trocar ideias, negociar significados e desenvolver argumentos. As atividades relacionadas com a geometria são por excelência um meio privilegiado para desenvolver a comunicação matemática, dado que este domínio é um campo propício para os alunos poderem expressar as suas ideias e argumentos oralmente ou através de desenhos ou esquemas. O facto de os alunos comunicarem o seu raciocínio geométrico prepara-os para a compreensão posterior das demonstrações formais (Abrantes, Serrazina & Oliveira, 1999).

Esta capacidade fundamental da matemática envolve expressar numa variedade de formas questões matemáticas implicando a leitura, a descodificação e interpretação de declarações, perguntas, tarefas ou objetos, culminando com a comunicação de carácter expressivo, na qual o aluno tem que comunicar o processo de resolução e resultados apresentando os seus argumentos (OECD, 2009, 2017).

#### **4.3.2 CAPACIDADE – MATEMATIZAÇÃO**

A matematização envolve a transformação de um problema do contexto real para um problema matemático, ou seja, refere-se à aplicação de conceitos, procedimentos, relações ou métodos matemáticos a objetos, informações ou conceitos da realidade ou de outras áreas do conhecimento (OECD, 2017).

A capacidade de matematização está associada à modelagem matemática. De acordo com Bassanezi (2002, p.38), o mais importante na atividade de modelagem “(...) não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido, mas caminhar seguindo etapas em que o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado....”.

Ainda de acordo com o referido autor, a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando as soluções obtidas na linguagem do mundo real. Neste sentido, a modelagem matemática viabiliza uma leitura, uma interpretação dos fenómenos da realidade, muitas vezes identificados fora do contexto escolar, com o apoio da matemática (Almeida & Da Silva, 2015).

A modelagem pressupõe procurar uma resposta, ou seja, um modelo matemático para resolver um problema cuja origem não está na própria matemática. Portanto, esta diz respeito à observação de uma situação não matemática, à construção de representações matemáticas, à obtenção de resultados e à reinterpretação desses resultados em relação à situação (Almeida & Da Silva, 2015; Galbraith, 2012; OECD, 2015).

O processo de matematização designa-se como o procedimento de levar as crianças a pensar matematicamente, sendo assim essencial a abordagem da temática em todos os níveis de ensino, criando ambientes propícios, onde possam ser colocados e discutidos problemas, sem que as crianças tenham receio de "errar", onde as crianças sejam estimuladas para discussões matemáticas, promovendo desta forma o pensamento matemático (Saebbe & Mosvold, 2015).

#### **4.3.3 CAPACIDADE – REPRESENTAÇÃO**

No Programa de Matemática para o Ensino Básico (Ponte et al., 2007) a representação emerge de forma muito precisa e estruturada advindo da necessidade dos alunos conhecerem e reconhecerem diferentes tipos de representações, como também a capacidade de as utilizarem em diversas situações e de saber qual a representação mais adequada para cada uma.

De acordo com os Princípios e Normas para a Matemática Escolar elaborado pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) dos Estados Unidos em 2000 e traduzido para português em 2007 pela Associação de Professores de Matemática (NCTM, 2007), as representações matemáticas constituem ferramentas privilegiadas para organizar, registar e comunicar ideias matemáticas, que captam o processo de construção de um conceito ou de uma relação matemática. As representações idiossincráticas construídas pelos alunos ajudam na compreensão e resolução de problemas e permite ao professor saber a forma como o aluno interpretou e raciocinou durante a resolução da tarefa proposta.

#### **4.3.4 CAPACIDADE – RACIOCÍNIO E ARGUMENTAÇÃO**

O desenvolvimento do raciocínio matemático é apontado como um objetivo central do ensino da matemática e os especialistas nesta área alertam para a necessidade de desenvolver essa

capacidade nos alunos de forma consistente, recorrendo-se à sua utilização sistemática em diversos contextos (Ponte et al., 2007).

Os autores supracitados ainda referem o raciocínio matemático como a capacidade que envolve a justificação de passos e operações na resolução de tarefas e que evolui gradualmente para a formalização, teste de conjeturas e demonstrações.

Numa perspetiva abrangente, Ponte, Mata-Pereira e Henriques (2012) referem o raciocínio matemático como *“um conjunto de processos mentais complexos através dos quais se obtêm novas proposições (conhecimento novo) a partir de proposições conhecidas ou assumidas (conhecimento prévio)”* (p. 358).

O National Council of Teachers of Mathematics menciona que o raciocínio matemático deve ser desenvolvido criando momentos aos alunos de explorar, investigar, representar, conjeturar, explicar e justificar matematicamente. Este mesmo documento refere ainda que os alunos desenvolvem o raciocínio indutivo e dedutivo através de processos de identificação de regularidades, formulação e verificação de conjeturas, generalização, justificação de propriedades, elaboração de cadeias de raciocínio e argumentação em defesa de um processo de resolução e demonstração (NCTM, 2007).

A capacidade de raciocínio e argumentação envolve processos de pensamentos lógicos, permitindo aos alunos fazer inferências e deduções a partir de situações problemáticas. Nesta capacidade assentam também a discussão de ideias, a conjetura e teste de hipóteses e a justificação escrita da solução encontrada (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999; OECD, 2017).

Neste sentido, entendemos que o **pensamento matemático/geométrico** é uma capacidade subjacente ao raciocínio e argumentação. O desenvolvimento desta capacidade de organização lógica do pensamento envolve processos graduais que se iniciam com experiências concretas, passando a uma diferenciação dos objetos geométricos, seguindo-se uma organização local de propriedades que, por último, se globalizam num sistema axiomático (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999, p. 76).

Na geometria, o raciocínio espacial é a capacidade de ver, de observar e de refletir sobre objetos no espaço, as suas relações e transformações (Battista, 2007) e contribuir para o desenvolvimento do raciocínio geométrico.

De entre as capacidades lógico-geométricas interrelacionadas com o pensamento matemático/geométrico destacam-se as seguintes: visualização e pensamento visual.

No que diz respeito à **visualização**, esta deve ser compreendida como uma componente fundamental do raciocínio geométrico. A visualização e o raciocínio visual são processos do pensamento matemático que intervêm com maior incidência no estudo da geometria (Loureiro, 2009). Visualizar um objeto, um sujeito ou um espaço não inclui unicamente a capacidade de ver os objetos e os espaços, mas também a competência de refletir sobre eles e sobre as suas possíveis

representações, estabelecendo relações entre as suas partes, compreendendo a sua estrutura, e examinando possíveis transformações (rotação, secção, desenvolvimento...) (Gonzato, Fernández Blanco, & Godino, 2011).

A visualização significa construir uma imagem visual na mente humana, constituindo uma ferramenta cognitiva externa para a construção do conhecimento utilizando as capacidades cognitivas e perceptivas humanas (Alexandre & Tavares, 2007).

O desenvolvimento desta capacidade facilita a aprendizagem da geometria e engloba um conjunto de capacidades que se relaciona com a forma como percebemos o mundo que nos rodeia e envolve a observação, manipulação e transformação de objetos e suas representações, e a interpretação de relações entre os objetos e entre estes e as suas representações (Ponte et al., 2007). Segundo Breda, Serrazina, Menezes, Sousa, e Oliveira, (2011) citando Matos e Gordo (1993) as sete capacidades relacionadas com a visualização são as abaixo listadas:

- A **coordenação visual-motora**, ou seja, a capacidade de coordenar a visão com os movimentos do corpo. Esta capacidade desenvolve-se propondo aos alunos a descoberta de um caminho, a pintura de um desenho, a representação de figuras dadas;
- A identificação de figuras geométricas em desenhos complexos. Esta capacidade é chamada de **percepção figura-fundo** e implica que os alunos sejam capazes de isolar essas figuras geométricas de um fundo;
- O reconhecimento de figuras geométricas em diferentes posições, tamanhos e contextos. Esta capacidade é chamada de **constância perceptual** e implica que os alunos sejam capazes, por exemplo, de reconhecer um quadrado em qualquer posição;
- A **percepção da posição no espaço**, ou seja, a capacidade para distinguir figuras iguais, mas colocadas em posições diferentes. Corresponde, por exemplo, desenhar uma figura simétrica de uma dada, desenhar figuras com eixos de simetria, utilizando uma mira ou um espelho;
- A **percepção das relações espaciais** consiste em conseguir ver ou imaginar dois ou mais objetos em relação consigo próprios ou em relação connosco. Concretiza-se, por exemplo, descobrir qual o cubo que corresponde a uma planificação, fazer uma construção com cubos a partir do desenho da mesma. Esta capacidade é evidenciada quando uma criança reconhece que dois quadrados são geometricamente iguais se um deles é a imagem do outro através de uma translação;
- A **discriminação visual** consiste em analisar se duas figuras são iguais ou, sendo diferentes, na identificação das diferenças entre elas. Por exemplo, identificar características de triângulos, descobrir critérios que conduzam a determinadas classificações ou ordenações.

- A **memorização visual**, ou seja, a capacidade de recordar objetos que já não estão à vista.

Dado que a visualização envolve a utilização das capacidades cognitivas e perceptivas humanas (Alexandre & Tavares, 2007), importa aqui referir que a percepção visual é o resultado da interação intrínseca entre informações externas adquiridas pelo sistema visual e informações internas baseadas no conhecimento previamente adquirido, tal como proposto por Rensink (2002) citado por Alexandre & Tavares (2007). De acordo com o mesmo autor a experiência passada é fundamental para o processo da percepção, dado que só podemos compreender o que já tivemos consciência prévio, sendo que à medida que vamos adquirindo novas informações a nossa percepção altera-se. A percepção está intrinsecamente ligada às imagens presentes na memória visual e o que está retido na memória por um determinado período de tempo permitirá a construção de padrões, já disponíveis, e ajudará a dar resposta às pesquisas visuais.

De acordo com Ware (2012) o modelo da percepção visual humana é dividido em três fases. (1) Processamento paralelo para extrair propriedades de baixo nível da cena visual em causa – a informação visual é a primeira a ser processada por biliões de neurónios que trabalham em paralelo para extrair certas informações de partes da imagem visual, tais como: orientação dos contornos, cor, textura, padrões de movimento e localização espacial, sendo que nesta fase as informações são essencialmente de natureza transitória; (2) Percepção de padrões na imagem formada – os processos ativos decompõem rapidamente o campo visual em regiões e padrões simples tais como, contornos contínuos, regiões de cor semelhante e regiões com textura idêntica. A etapa de determinação de padrões no processamento visual é extremamente flexível e influenciada pelas informações disponibilizadas pela primeira etapa de processamento paralelo. O processamento é mais lento e envolve: a memória a longo prazo; maior ênfase a aspetos proeminentes; mecanismo de atenção, tanto *top-down* quanto *bottom-up*; e movimentos visualmente guiados, através de diferentes caminhos, para reconhecimento de objetos; e (3) Processamento sequencial dirigido – que é o nível mais elevado da percepção onde estão imagens presentes na memória visual através das demandas da atenção ativa, o que permitirá responder às pesquisas visuais.

Como foi referido, a visualização envolve a transformação de objetos 3D para a sua representação 2D e a operação inversa, operações imprescindíveis à visualização espacial e, consequentemente, à aprendizagem da Geometria permitindo, também, construir representações visuais essenciais para a vida.

De acordo com Abrantes, Serrazina, e Oliveira (1999) a observação de transformações geométricas (reflexão – axial –, translação, rotação e reflexão deslizante (composição de uma reflexão com uma translação de vetor paralelo ao eixo de reflexão)) são processos importantes para o desenvolvimento do pensamento geométrico. Referem ainda que a utilização de software pode

contribuir para a ampliação das representações com que os alunos trabalham quando, por exemplo, deslizam, rodam, ampliam ou reduzem uma dada construção geométrica, podendo contribuir para a compreensão das relações de semelhança entre figuras.

Flores, Wagner e Buratto (2012) definem visualização como sendo o processo de formação de imagens mentais, utilizando-as de forma eficaz para a descoberta e compreensão da matemática, nomeadamente na compreensão dos conceitos matemáticos.

O termo **pensamento visual** aparece muitas vezes relacionado com o termo visualização. Mariotti (1995), citada por Costa (2000), considera a visualização a ação de trazer à mente a imagem de coisas visíveis e define o pensamento visual como sendo a ação de pensar sobre coisas abstratas que originalmente podem não ser espaciais, mas que podem ser representadas na mente de alguma forma espacial.

A composição e decomposição de figuras, acompanhadas da sua descrição, da representação e do raciocínio sobre o que acontece, permite aos alunos desenvolverem o pensamento visual (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999).

Costa (2005) desenvolveu um quadro teórico para o **pensamento visual-espacial**, no qual distingue três modos diferentes de pensar: o pensamento visual-espacial **resultante da percepção**, o pensamento visual-espacial **resultante da manipulação mental** de imagens e construção de relações entre imagens, e o pensamento visual-espacial **resultante da exteriorização do pensamento**.

O pensamento visual-espacial resultante da percepção é construído pelo sujeito através de operações intelectuais sobre o material percetivo-sensorial e memória. O pensamento visual-espacial resultante da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens é construído com base nas operações intelectuais relacionadas com manipulação, transformação, comparação de ideias, conceitos e modelos. Por sua vez, o pensamento visual-espacial resultante da exteriorização do pensamento está ligado ao processo pelo qual as representações mentais se materializam, à comunicação e à disseminação de ideias, à construção da argumentação, à descrição da dinâmica mental e ao apoio à conceptualização de entidades abstratas (Costa, 2005, p. 90).

#### **4.3.5 CAPACIDADE – ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

A resolução de problemas surge no Programa de Matemática para Ensino Básico de 2007 (Ponte et al., 2007) como capacidade transversal a toda a aprendizagem da matemática, desenvolvida num espaço próprio e que deve funcionar como ponto de partida para o estudo de conceitos e ideias matemáticas, suporte ao seu desenvolvimento e aplicação.

Whitby (2012) descreve sete fases para o processo de resolução de problemas com crianças com PEA: i) compreensão do problema; ii) parafrasear o problema pelas próprias palavras; iii)



visualizar a figura/diagrama associado ao problema; iv) desenvolvimento de um plano de resolução; v) previsão de uma resposta; vi) execução; e vii) verificação dos procedimentos e solução.

#### **4.3.6 CAPACIDADE – USO DE LINGUAGEM E OPERAÇÕES SIMBÓLICAS**

O desenvolvimento da literacia matemática requer o uso de linguagem simbólica, formal e técnica, operações. Esta capacidade, segundo o quadro teórico do PISA 2012, envolve a compreensão, interpretação, manipulação, e fazer uso de expressões simbólicas dentro de um contexto matemático (incluindo expressões aritméticas e operações) regido por convenções e regras matemáticas (OECD, 2012).

Ainda em conformidade com o mesmo quadro teórico, o uso de linguagem simbólica e operações, envolvendo a compreensão e utilização de constructos formais baseados em definição, regras e sistemas formais e o uso de algoritmos. Os símbolos, regras e sistemas utilizados variam de acordo com o conteúdo particular da matemática para o qual é necessário, para uma específica tarefa, formular, resolver ou interpretar os conceitos matemáticos associados.

Neste contexto, a compreensão do processo de medição e da manipulação de instrumentos de medida é de extrema importância dado que medir é uma necessidade da vida quotidiana sendo essencial em muitas profissões.

Na perspetiva de Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999), a compreensão de conceitos como amplitude, comprimento, área, volume, temperatura, bem como a seleção de unidades de medida adequadas, a compreensão dos sistemas de medida, a aplicação de fórmulas e a utilização das propriedades de medida na compreensão do conceito de invariância constituem aspetos importantes da competência matemática.

#### **4.3.7 CAPACIDADE – USO DE FERRAMENTAS MATEMÁTICAS**

A manipulação que é proporcionada pela utilização de ferramentas computacionais favorece a formação de imagens mentais, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de visualização e raciocínio espacial (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999; Chang, Wu, Lai, & Sung, 2014a; Flores, Wagner, & Buratto, 2012). De acordo com os mesmos autores, vários estudos foram realizados e demonstraram o potencial e a eficácia dos ambientes de aprendizagem interativos para auxiliar o desenvolvimento de competências cognitivas espaciais, bem como, os conceitos subjacentes a esta temática.

A utilização das tecnologias digitais permite a construção e a manipulação de objetos geométricos, a descoberta de novas propriedades desses objetos, o desenvolvimento da intuição geométrica e da capacidade de visualização, para além de uma relação mais afetiva com a matemática (Abrantes, Serrazina, & Oliveira, 1999; Ponte et al., 2007).

Na brochura “Geometria e Medida no Ensino Básico” (Breda et al., 2011), que serve de apoio ao Programa de Matemática para o Ensino Básico, está, também, saliente a necessidade e a importância do uso da tecnologia no ensino da matemática e, em particular, da Geometria. Este documento refere que: a tecnologia não só influencia o modo como a geometria é ensinada e aprendida, como também afeta o momento em que isso acontece e o que se ensina. As ferramentas tecnológicas permitem o acesso a modelos visuais poderosos, a que os alunos, em especial os mais novos, não teriam acesso tão facilmente. Deste modo, a tecnologia enriquece a extensão e a qualidade das investigações em geometria, ao fornecer um meio de visualizar noções geométricas sobre diferentes perspetivas (Breda et al., 2011, p.21).

Salienta-se ainda que a utilização do *feedback* é também uma característica muito importante nas ferramentas tecnológicas, por permitir estratégias de tentativa e erro e, desta forma possibilitar que os alunos adquiram gradualmente conhecimento geométrico (Janela, 2012).

É neste contexto que se pode afirmar que as ferramentas tecnológicas de aprendizagem da geometria dinâmica possibilitam que os alunos desenvolvam: (1) a compreensão matemática, uma vez que estas auxiliam os alunos na compreensão do significado dos conceitos, no reconhecimento de regularidades e na compreensão de relações, permitindo o desenvolvimento de processos reflexivos sobre a atividade de conjecturar e de compreender relações, possibilitando, por isso, uma tomada de consciência dos diferentes conceitos que estão a ser abordados e um refinamento do próprio processo de pensamento; (2) ideias matemáticas utilizando diferentes tipos de representações; e (3) o raciocínio matemático (Janela, 2012).

Com base no quadro teórico apresentado por PISA, no trabalho realizado por Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999), no Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) e no atual Programa e Metas Curriculares de Matemática para o Ensino Básico (PMEB) (Bivar et al., 2013), procurámos sistematizar, no quadro 1, as capacidades fundamentais da matemática para promover o desenvolvimento da competência matemática do domínio da geometria. Este quadro teórico constitui-se como o principal quadro teórico de referência para a análise dos dados recolhidos durante a primeira aferição do protótipo do ambiente digital de aprendizagem matemática proposto.

**Quadro 1: Quadro teórico proposto referente às capacidades fundamentais da matemática (coluna vertical mais à esquerda) no domínio da geometria em relação aos processos matemáticos (top da linha horizontal)**

	<b>Formular situações matemáticas</b>	<b>Empregar conceitos matemáticos, factos, procedimentos e raciocínio</b>	<b>Interpretar, aplicar e avaliar os resultados matemáticos</b>
<b>Comunicação</b>	Ler, decodificar e dar sentido aos enunciados, imagens e /ou animações;	Articular uma solução, descrever o trabalho envolvido na obtenção de uma solução e / ou resumir e apresentar resultados matemáticos intermédios	Expressar explicações e argumentos no contexto do problema;
<b>Matematização</b>	Transformar um problema definido no mundo real num estritamente matemático	Utilizar uma compreensão do contexto para guiar ou acelerar o processo de resolução.	Compreender a extensão e limites de uma solução matemática que são uma consequência do modelo matemático utilizado.
<b>Representação</b>	Criar uma representação matemática (modelo) para a situação matemática em consideração.	Dar sentido, relacionar e utilizar diversas representações/modelos na interação com um problema.	Interpretar resultados matemáticos numa variedade de formatos em relação a uma situação ou utilização; comparar ou avaliar duas ou mais representações em relação a uma situação.
<b>Raciocínio e Argumentação</b>	Explicar, conjecturar, defender ou oferecer uma justificação para a identificação, representação e resolução de um problema / situação matemáticos.	Explicar, defender ou oferecer uma justificação para os processos e procedimentos utilizados para determinar uma solução ou resultado matemático. Ligar peças de informação para se chegar a uma solução matemática. Fazer generalizações ou criar um argumento multi-passos. Baseados em:	Criar, interpretar, aplicar e avaliar argumentos em defesa de um processo de resolução e/ou prova.
		<div>Pensamento matemático / geométrico:</div> <div>Visualização</div> <div> <div>Coordenação visual-motora</div> <div>Perceção figura-fundo</div> <div>Constância percetual</div> <div>Perceção da posição no espaço</div> <div>Perceção das relações espaciais</div> <div>Discriminação visual</div> <div>Memorização visual</div> <div>Observação e compreensão da ação de cada uma das transformações geométricas</div> </div>	

Quadro 1: Continuação

	<b>Formular situações matemáticas</b>	<b>Empregar conceitos matemáticos, factos, procedimentos e raciocínio</b>	<b>Interpretar, aplicar e avaliar os resultados matemáticos</b>
<b>Raciocínio e Argumentação</b>		<div>Pensamento matemático / geométrico</div> <div>Pensamento Visual</div> <div>Resultante da perceção visual</div> <div>Resultante da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens</div> <div>Resultante da exteriorização do pensamento</div>	
<b>Elaboração de estratégias para a resolução de problemas</b>	Elaborar uma estratégia de resolução ou selecionar entre estratégias de resolução.	Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática, conclusão ou generalização.	Interpretar, aplicar e validar a estratégia (selecionada) no sentido da resolução de problema.
<b>Uso de linguagem e operações simbólicas</b>	Utilizar linguagem matemática apropriada	<div>Compreender conceitos geométricos como amplitude, comprimento, área, volume, unidades de mediada, sistemas de numeração, etc. baseados em definições, regras e propriedades.</div> <div>Aplicação de fórmulas e de procedimentos algébricos.</div>	<div>Compreender a relação entre o contexto do problema e a representação matemática da solução.</div> <div>Utilizar esta compreensão como apoio à resolução do problema e sua validação.</div>
<b>Uso de ferramentas matemáticas</b>	Utilizar ferramentas matemáticas (ambientes digitais, softwares de geometria dinâmica, máquinas de calcular, ...) para modelar, compreender e/ou interpretar situações matemáticas, bem como para apoiar atividades de cariz algorítmico.	Conhecer e ser capaz de fazer uso adequado de ferramentas matemáticas para apoio de atividades matemáticas.	Utilizar e aplicar ferramentas matemáticas adequadas à resolução de um dado problema, analisando a razoabilidade da solução encontrada.

Conforme mencionado por Howse e Howse (2014) a geometria é o campo da matemática que aborda o sentido espacial e o raciocínio geométrico. A compreensão dos conceitos geométricos e das suas propriedades através da interação direta com o mundo físico, bem como a análise de seus atributos físicos, fornecem uma valiosa ajuda no desenvolvimento de capacidades do raciocínio espacial. Os aspetos relacionados com o raciocínio matemático desempenham um papel primordial

para que a criança se torne matematicamente competente, num nível adequado à sua idade e educação. O raciocínio matemático é desenvolvido através do conhecimento, da compreensão dos conceitos matemáticos fundamentais e da aquisição progressiva de capacidades relacionadas, como por exemplo a visualização espacial, a comunicação matemática e a resolução de problemas.

Ainda a respeito do desenvolvimento de capacidades geométricas e espaciais, os autores Gonzato, Blanco e Godino (2011) distinguem três grandes famílias de tarefas que promovem o desenvolvimento de orientação e visualização espacial: 1. Orientação estática de sujeito e dos objetos; 2. Interpretação de perspectivas de objetos tridimensionais; e 3. Orientação do assunto em espaços reais.

Considerando a primeira família, incluem-se tarefas que tratam o problema da orientação do corpo do sujeito, do sujeito em relação a outros objetos e a orientação de objetos (orientações que envolvem o conhecimento do esquema corporal e a possível projeção deste esquema no objeto). Tal implica compreender o esquema corporal, identificar e utilizar os conceitos de esquerda - direita, frente – atrás, acima – abaixo e perto – longe para descrever a posição do próprio corpo, ou de outro, relativamente a objetos ou outras pessoas e as posições de objetos em relação a outros objetos.

No que concerne à interpretação de perspectivas de objetos tridimensionais, esta inclui atividades que requerem conhecer e alterar pontos de vista (mudança de perspectivas), interpretar perspectivas de objetos, rodar objetos mentalmente, interpretar diferentes representações planas de objetos tridimensionais (perspetivas, vistas), converter uma representação plana noutra e fazer construções a partir de uma ou mais representações planas.

A terceira família, orientação do sujeito em espaços reais, exige tarefas que requerem que a criança compreenda o espaço onde se situa (ou onde se situa outra pessoa ou objeto), a sua localização e orientação no espaço. Orientar-se no espaço pode significar ler um mapa, um plano ou compreender uma maquete de espaços de diferentes tamanhos (cidade, rua, escola, aula), descrever verbalmente um itinerário entre dois lugares conhecidos, desenhar um plano ou um mapa, ou construir uma maquete de um espaço conhecido. Também se incluem as situações em que o aluno lê, constrói ou utiliza um sistema de coordenadas para analisar as diferentes características de um espaço.

O Programa e as Metas Curriculares de Matemática para o Ensino Básico (PMEB) de 2013, constitui o atual normativo legal para a disciplina de matemática no ensino básico e tem como principais finalidades: a estruturação do pensamento, a análise do mundo natural e a interpretação da sociedade, tal como referido anteriormente (Bivar et al., 2013). De acordo com o mesmo normativo, a aquisição de conhecimentos de factos e de procedimentos devem ocorrer a partir do nível mais elementar de escolaridade e de modo integrado.

No que respeita ao domínio da Geometria e Medida, no 1º e 2º ciclos, o PMEB homologado em 2013, apresenta noções básicas, desde o reconhecimento visual de conceitos elementares como ponto, ponto colinear, direção, segmento de reta, semirreta, reta, posição relativa de retas... e a partir destas noções constroem-se objetos mais complexos como ângulos, polígonos, circunferências ou sólidos e reconhecem-se algumas propriedades geométricas (Bivar et al., 2013).

Já no PMEB de 2007, são detalhadas especificamente as capacidades a desenvolver nos alunos ao longo dos dois ciclos, nomeadamente:

**1º ciclo:**

- desenvolver a visualização e ser capazes de representar, descrever e construir figuras no plano e no espaço e de identificar propriedades que as caracterizam;
- ser capaz de identificar e interpretar relações espaciais; • compreender as grandezas dinheiro, comprimento, área, massa, capacidade, volume e tempo;
- compreender o que é a unidade de medida e o processo de medir;
- ser capaz de realizar estimativas e medições, e de relacionar diferentes unidades de medida;
- ser capaz de resolver problemas, raciocinar e comunicar no âmbito deste domínio;

**2º ciclo:**

- compreender propriedades das figuras geométricas no plano e no espaço;
- desenvolver a visualização e o raciocínio geométrico e ser capaz de os usar;
- ser capaz de analisar padrões geométricos e desenvolver o conceito de simetria;
- ser capaz de resolver problemas, comunicar e raciocinar matematicamente em situações que envolvam contextos geométricos.

Também os Princípios e Normas para a Matemática Escolar (NCTM, 2000/2007), destacam a necessidade e a importância do ensino da Geometria, por ser um domínio em que os alunos podem aprender formas e estruturas geométricas e analisar as suas características e relações. Realçam ainda que a Geometria “constitui um contexto natural para o desenvolvimento das capacidades de raciocínio e de argumentação dos alunos” (p. 44) e destacam que os programas para o ensino da matemática devem permitir que os alunos desenvolvam as seguintes capacidades ao longo dos vários ciclos:

- Analisar as características e propriedades de formas geométricas de duas e três dimensões e desenvolver argumentos matemáticos sobre relações geométricas;
- Especificar locais e descrever relações espaciais utilizando geometria de coordenadas e de outros sistemas de representação;
- Aplicar transformações e usar simetria para analisar situações matemáticas;

- Usar a visualização, raciocínio espacial e modelagem geométrica para resolver problemas.

Considerando os Princípios e Normas para a Matemática Escolar, detalhamos abaixo cada uma das capacidades atrás referidas por cada nível de aprendizagem.

**Analisar as características e propriedades de formas geométricas de duas e três dimensões e desenvolver argumentos matemáticos sobre relações geométricas.**

**Do pré-escolar ao 2º ano:** os alunos deveriam ser capazes de:

- Reconhecer, nomear, criar, desenhar, comparar e escolher formas bi e tridimensionais;
- Descrever atributos e partes de formas bi e tridimensionais;
- Investigar e prever os resultados da aplicação de formas juntas e desmontá-las.

**Do 3º ano ao 5º ano de escolaridade,** os alunos deveriam ser capazes de:

- Identificar, comparar e analisar atributos de formas bi e tridimensionais e desenvolver vocabulário para descrever esses atributos;
- Classificar formas bi e tridimensionais através das propriedades e criar definições de classes de formas, como triângulos e pirâmides;
- Investigar, descrever e raciocinar sobre os resultados da decomposição, combinação e transformação de formas;
- Explorar congruência e semelhança;
- Formular e testar conjecturas sobre propriedades e relações geométricas, e justificar as conclusões com argumentos lógicos;

**Especificar locais e descrever relações espaciais utilizando geometria de coordenadas e de outros sistemas de representação.**

**Do pré-escolar ao 2º ano:** os alunos deveriam ser capazes de:

- Descrever, nomear, interpretar e aplicar as ideias sobre a posição relativa no espaço;
- Descrever, nomear, interpretar e aplicar as ideias sobre a direção e a distância na navegação espacial;
- Encontrar e nomear locais com relação simples e estimada e usar sistemas de coordenadas.

**Do 3º ano ao 5º ano de escolaridade,** os alunos deveriam ser capazes de:

- Descrever a posição e o movimento através da linguagem corrente e de vocabulário geométrico;

- Construir e utilizar um sistema de coordenadas simples para especificar posições e descrever trajetórias;
- Determinar a distância entre pontos situados ao longo de retas verticais e horizontais de um sistema de coordenadas simples;

**Aplicar transformações e usar simetria para analisar situações matemáticas.**

**Do pré-escolar ao 2º ano**, os alunos deveriam ser capazes de:

- Reconhecer e aplicar slides e transformações;
- Reconhecer e criar formas que tenham simetria;
- Entender que usam movimentos geométricos quando querem resolver um quebra-cabeças.

**Do 3º ano ao 5º ano de escolaridade**, os alunos deveriam ser capazes de:

- Prever e descrever os resultados de transformações de formas bidimensionais;
- Descrever um movimento ou uma série de movimentos que irão mostrar que duas formas são congruentes;
- Identificar e descrever reflexão e simetria rotacional em formas e desenhos de duas e três dimensões.

**Usar a visualização, raciocínio espacial e modelagem geométrica para resolver problemas.**

**Do pré-escolar ao 2º ano**, os alunos deveriam ser capazes de:

- Formar imagens mentais de formas geométricas, usando a memória espacial e a visualização espacial;
- Reconhecer e representar objetos de diferentes pontos de vista;
- Relacionar ideias geométricas com números e medidas;
- Reconhecer e localizar formas e estruturas geométricas no ambiente.

**Do 3º ano ao 5º ano de escolaridade**, os alunos deveriam ser capazes de:

- Construir e desenhar objetos geométricos;
- Criar e descrever imagens mentais de objetos, padrões e trajetórias;
- Identificar e construir um objeto tridimensional a partir de representações bidimensionais desse objeto;
- Identificar e desenhar representações bidimensionais de um objeto tridimensional;
- Usar modelos geométricos na resolução de problemas de outras áreas da matemática, tais como números e medidas;
- Reconhecer noções e relações geométricas e aplicá-las a outras disciplinas, a problemas de sala de aula ou em situações do dia a dia;



De acordo com as Metas Curriculares para o ensino da matemática é expectável que os alunos atinjam determinados objetivos, tendo em conta os descritores dentro de cada subdomínio: localização e orientação no espaço; figuras geométricas; medir (distâncias, comprimentos, áreas, volumes, massas, etc.); e isometrias do plano.

#### **4.4 CAPACIDADES MATEMÁTICAS E PEA**

As crianças com PEA, conforme mencionado anteriormente, caracterizadas por terem défices ao nível da comunicação e interação social e por terem padrões repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (American Psychiatric Association, 2013), apresentam igualmente um perfil funcional e cognitivo altamente variável. Como seria previsível, o perfil de desempenho em matemática de alunos com PEA também é altamente variável (King et al., 2016).

Apesar dos défices cognitivos que estas crianças podem apresentar, observou-se que a trajetória alterada de desenvolvimento que define esta perturbação do neurodesenvolvimento (por exemplo, desaceleração, estabilização e perda de capacidades) também pode levar a capacidades cognitivas notáveis, podendo as crianças com PEA apresentar “ilhas” de capacidades em vários domínios, sendo um desses domínios a matemática (Baron-Cohen, 2015).

Existem estudos que revelam que alguns indivíduos com PEA têm capacidades matemáticas superiores à média, sendo considerados matematicamente talentosos (McMullen, 2000; Ward & Alar, 2000 cit. Chiang & Lin, 2007; Iuculano et al., 2014). Por outro lado, existem outras pesquisas que indicam que os indivíduos com PEA têm dificuldades em tarefas matemáticas, especialmente na resolução de problemas devido a dificuldades relacionadas com a compreensão, memória, organização e o raciocínio vinculado ao mundo real (Bae, Chiang, & Hickson, 2015; Donaldson & Zager, 2010; Fisch, Lesh, & Motoki, 2011; Iuculano et al., 2014; Jones et al., 2009; Myles, Barnhill, Hagiwara, Griswold, & Simpson, 2001; Wei, Christiano, Yu, Wagner, & Spiker, 2015).

Siegel, Goldstein e Minshew (1996), na sua revisão de literatura, descreveram o perfil característico de desempenho académico de alunos com autismo de alto funcionamento e as implicações desses perfis para o desenho da instrução na leitura, matemática e linguagem. No caso específico da matemática, os autores mencionam que há um défice na compreensão de conceitos matemáticos para aplicações quotidianas, na utilização do raciocínio matemático e na resolução de problemas nos quais é exigida a resolução de problemas aritméticos de cariz não algorítmico (Minshew et al., 1994, citados por Siegel et al., 1996). Os mesmos autores referem ainda que estes défices podem ter diferentes causas: linguagem complexa incorporada nos problemas; dificuldade em clarificar o problema por tipo; geração de hipóteses e estratégias para resolver o problema; a utilização de procedimentos ineficientes, excessivamente complexos, mas tecnicamente corretos

para resolver problemas ou pela incapacidade para prosseguir em direção a uma resolução por teste de várias hipóteses.

Griswold et al. (2002) e os seus colaboradores também descobriram que as crianças com PEA experienciam dificuldades significativas na resolução de problemas (de palavra)<sup>2</sup> e no pensamento crítico baseado na linguagem. De acordo com o estudo realizado por estes autores, estas crianças tiveram mais dificuldades com a formação de conceitos, resolver problemas ou desenvolver uma nova solução em comparação com a identificação de conceitos ou resolver problemas escolhendo uma solução a partir de potenciais opções. Isto sugere que as crianças com PEA são capazes de aprender regras e identificar características específicas, mas lutam com a flexibilidade cognitiva necessária para o raciocínio abstrato de nível superior, como formar representações para organizar e compreender informações complexas (Minschew, Meyer, & Goldstein, 2002).

No caso específico da geometria e medida, há evidências de que algumas crianças com PEA demonstram uma capacidade de processamento e visualização espacial atípica, que pode ser associada com ambos pontos fortes e fracos na cognição visualização espacial (Chabani & Hommel, 2014; Yamada et al., 2012). Há também relatórios que mostram que estas crianças podem ser muitas vezes mais precisas em áreas como a medição. No entanto, podem ter dificuldades particulares em generalizar a compreensão sobre formas geométricas e em compreender as representações 2D-3D ou vice-versa. Elas também podem encontrar dificuldades em aspetos relacionados com as transformações geométricas e podem ter dificuldades em compreender a diversidade de formas que um objeto matemático pode ser representado (DfES, 2001).

De acordo com Donaldson e Koffler, (2010), os alunos com PEA podem apresentar dificuldades na coordenação visual-espacial, o que pode levar a dificuldades na aquisição de competências em matemática e frustrações em situações de aprendizagem relacionadas. Os mesmos autores também mencionam que os alunos com esta perturbação apresentam dificuldades na matemática semelhantes aos alunos com dificuldades de aprendizagem não verbal: ou seja, em lembrarem-se, por exemplo da sequenciação das operações numa determinada expressão algébrica, organizar a informação e em compreender os enunciados nos problemas de palavras. Estas dificuldades estão relacionadas com problemas básicos nas capacidades de organização visual espacial, coordenação psicomotora, capacidades complexas de perceção tátil, raciocínio, formação de conceitos e mecânica da aritmética, o que leva a que os alunos percam substancialmente a capacidade de adquirir novas competências e conceitos matemáticos (Spreen, Risser, & Edgell, 1995, citado por Donaldson & Koffler, 2010).

---

<sup>2</sup> O problema de palavras é frequentemente usado para referir um qualquer problema matemático onde as informações significativas são apresentadas como texto e não em notação matemática. Os problemas de palavras envolvem uma narrativa de algum tipo, pelo que ocasionalmente também são referidos como problemas de histórias.

No entanto, recentemente, Chabani e Hommel (2014) estudaram o efeito do treino visual espacial através do computador versus face a face com um grupo de crianças com PEA de inteligência média e com um outro grupo controlo de crianças sem necessidades especiais. Os resultados mostraram que as crianças com e sem PEA não diferem muito no processamento visual espacial (avaliado por uma tarefa semelhante ao tangram) e as poucas diferenças observadas foram eliminadas pelo treino. Os autores supracitados também mencionaram que o treino através das tecnologias digitais pode ser mais adequado para os participantes dos grupos com PEA. É interessante notar que as tarefas que usam imagens 3D geradas por computador revelam uma vantagem visual espacial maior quando comparadas com o uso de material 2D, sendo que as crianças com PEA são mais bem-sucedidas em tarefas que utilizam material em 3D.

O estudo realizado por Soulières et al. (2009) revela que uma proporção significativa de indivíduos com PEA apresenta vantagens em tarefas perceptivas visuais, incluindo a deteção de um alvo, discriminação visual e construção visual espacial e que os mecanismos de processamento visuais podem, portanto, desempenhar um papel mais proeminente no raciocínio destes indivíduos.

Ainda a respeito da geometria e medida, Dixon, Belisle, Stanley, Daar e Williams (2016) afirmam que ensinar as características que definem formas geométricas, como os comprimentos dos lados, os vértices-ângulos ou o número de vértices, podem desenvolver capacidades fundamentais necessárias para aprender capacidades de geometria mais complexas.

Um estudo elaborado por Iuculano et al., (2014), investigou as competências matemáticas em 18 crianças com PEA e em 18 crianças com desenvolvimento típico utilizando avaliações cognitivas e imagens cerebrais. Os resultados mostraram que as crianças com PEA apresentam melhores competências ao nível das medidas padronizadas na resolução de problemas numéricos, mas não no raciocínio matemático. Estes apontam para uma maior capacidade nas crianças com PEA em realizar cálculos aritméticos.

Galitsky (2013) analisou diversas formas de raciocínio em indivíduos com PEA sobre a ação, tempo, espaço e probabilidades, e concluiu que as capacidades de raciocínio dedutivo em indivíduos com esta perturbação são mais fortes do que as do seu raciocínio indutivo, abduutivo e formas de raciocínio analógico.

Importa salientar que há algumas evidências de que crianças diagnosticadas com PEA são capazes de formas concretas de raciocínio analógico (Morsanyi & Holyoak, 2010; Scott & Baron-Cohen, 1996). Na PEA, o raciocínio analógico é um mecanismo importante para a compreensão da função social e das interações. De acordo com Green et al. (2014) estas crianças são capazes de usar um raciocínio analógico impressionante quando explicitamente instruídos e são capazes de aplicar a sua capacidade de raciocínio analítico e fazer um esforço para encontrar semelhanças abstratas. No entanto, as crianças com PEA demonstram um desempenho inferior em comparação com os

correspondentes grupos de controlo no que diz respeito a formas abstratas não-analíticas de raciocínio, tais como o raciocínio condicional e o raciocínio dedutivo sobre um conteúdo abstrato (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011). Isto ocorre porque o raciocínio condicional requer uma compreensão dos enunciados dos problemas e provavelmente coloca maiores demandas sobre o raciocínio verbal (Green et al., 2014), o que pode ser um problema, pois a compreensão de problemas de palavras é uma das dificuldades específicas que as crianças com esta perturbação podem apresentar.

Um estudo recente de Bae et al. (2015) analisou as diferenças entre crianças com PEA e crianças com desenvolvimento típico na resolução de problemas de matemática de cariz não algorítmico e concluiu, em conformidade com estudos anteriores, que a capacidade de resolução deste tipo de problemas é menor em crianças com PEA, tendo sido indicados, como fatores associados às dificuldades para a resolução de problemas matemáticos: a compreensão do enunciado, o vocabulário matemático e o conhecimento matemático do quotidiano.

Os défices do funcionamento executivo associados às PEA comprometem o desenvolvimento de capacidades de pensamento, raciocínio e resolução de problemas de nível superior. Estes défices incluem capacidades organizacionais precárias, dificuldades de atenção, questões motivacionais, problemas de conclusão do trabalho e dificuldades com conceitos abstratos, inferências e problemas aplicados ao contexto real (Happé & Frith, 2006; Whitby, 2012).

Neste contexto, as crianças com PEA podem ter dificuldade no raciocínio abstrato e a complexidade subjacente às atividades matemáticas pode ser problemática para crianças com esta perturbação e isso tem sido considerado como um importante comprometimento cognitivo no autismo, sendo documentado em todo o espectro da perturbação (Meyer & Minshew, 2002; Whitby, 2012).

Da revisão de literatura realizada neste campo temático da matemática e da PEA podemos aferir que salvo raras exceções, a matemática tem sido documentada como uma área relativamente poupada ou uma área que necessita de ser reforçada numa grande proporção de indivíduos com PEA (Chiang & Lin, 2007; Jones et al., 2009; Wei et al., 2015).

#### **4.5 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA PEA**

A matemática é encarada como uma área chave para o processo de ensino e de aprendizagem de alunos com múltiplas e graves deficiências, incluindo a PEA (Su, Lai, & Rivera, 2012a), dada a sua importância na vida quotidiana destes alunos.

Ensinar matemática a crianças com PEA pode ser bastante desafiador, mas com algum pensamento criativo e com ênfase em auxílios visuais e interesses individuais, o ensino e aprendizagem da matemática pode ser um processo bem-sucedido para estas crianças. Importa, antes

demais, referir que não existe uma estratégia de ensino que seja bem-sucedida com todas as crianças que se enquadram nesta categoria de diagnóstico. No entanto, há uma variedade de programas de matemática convencionais e de estratégias que podem ser modificados de acordo com o perfil individual, capacidades e interesses de cada criança, para ajudar a que criança com PEA aprenda os conceitos de matemática com significado (Sula et al., 2014).

Para as crianças com PEA, as estratégias ou intervenções no ensino e aprendizagem da matemática devem ser selecionadas tendo em consideração vários fatores, tais como a idade da criança, as necessidades de instrução e motivações individuais de cada criança e a utilização da autorregulação (Donaldson & Koffler, 2010; Donaldson & Zager, 2010), de forma a aumentar a motivação durante a aprendizagem. A autorregulação tem sido utilizada no ensino e aprendizagem da matemática com alunos com PEA porque envolve que os alunos completem listas de verificação enquanto realizam as tarefas, com lembretes para cada etapa (Donaldson & Koffler, 2010), oferecendo uma maior estruturação na realização da tarefa.

As instruções para a resolução de problemas matemáticos devem ser explícitas, diretas e práticas para as crianças com PEA, de forma a que estas possam memorizar e aplicar os conhecimentos em diferentes contextos (Donaldson & Koffler, 2010; Su, 2010; Su et al., 2012). Acresce que as crianças diagnosticadas com a referida perturbação quando expostas a uma instrução sistemática conseguem aumentar o seu conhecimento ao nível dos conceitos matemáticos (Su, 2010).

Importa referir que na aprendizagem matemática, as crianças com PEA beneficiam de intervenções que enfatizam *feedbacks* frequentes, o que dará robustez à aprendizagem dos conceitos matemáticos, ajudará a criar estrutura e assegurará que a criança compreenda cada etapa da resolução de um problema matemático (Donaldson & Koffler, 2010). Também de acordo com Khowaja e Salim (2013), as crianças com PEA beneficiam de uma quantidade excessiva de instruções de um para um.

Há evidências de que as crianças com PEA dependem, preferencialmente, de estratégias perceptuais e viso espaciais durante o raciocínio dedutivo, enquanto que as crianças com desenvolvimento típico mostram uma vantagem nas estratégias semânticas e, tal como foi mencionado anteriormente, a visualização desempenha um papel proeminentemente no desenvolvimento do raciocínio destas crianças e da capacidade de resolução de problemas (Soulières et al., 2009).

A resolução de problemas de palavra está geralmente relacionada com a interpretação precisa da frase ou frases de um dado problema matemático. Sendo a interpretação das formas linguísticas e dos conteúdos semânticos uma das dificuldades que as crianças com PEA podem apresentar, podendo estas fazer uma interpretação errada de certas expressões verbais comumente usadas nos problemas matemáticos, sendo necessário reescrever o problema com outras palavras e, em caso de necessidade, indicar o processo necessário para resolver o problema (Siegel et al., 1996).

O London Department for Education and Skills (2001) preparou um guia para apoiar os alunos com PEA na área da matemática, expondo algumas estratégias de intervenção. Segundo este guia, os alunos com PEA: podem ter dificuldades em explicar os métodos que utilizaram para completar um cálculo; podem ter dificuldades em partir de cálculos simples para métodos de cálculo mais complexos, beneficiam de um ensino precoce na área das operações inversas; e beneficiam de oportunidades de aprendizagem sem erros. No que concerne à resolução de problemas, estes alunos podem beneficiar da apresentação de um enunciado de forma clara e concisa e no caso dos problemas de palavras, do uso de uma linguagem familiar e em contexto acompanhadas de ilustrações relevantes de suporte. Estes alunos podem ter dificuldades em explicar como chegaram à resolução de um dado problema de palavras, diretrizes para apoiar a resolução serão, para estes casos, uma mais valia. Para este público-alvo a identificação clara do tempo de que dispõem para completar os problemas e a quantidade de problemas que devem resolver para completar uma dada tarefa são fundamentais.

Iuculano et al. (2014) propõem que o pensamento sistemático, lógico e analógico seja aprimorado em crianças com PEA. Os mesmos autores apontam que as capacidades matemáticas são essenciais para o sucesso educacional e profissional e também são cruciais na vida quotidiana. Portanto, a instrução matemática deve integrar experiências da vida quotidiana das crianças nos processos de resolução de problemas para ajudá-las a compreender os significados das questões baseadas em palavras, pois o objetivo final do ensino e aprendizagem da matemática é que os alunos aprendam capacidades essenciais para resolver os seus problemas da vida real (Bae et al., 2015).

Outra das estratégias de ensino da matemática que deve ser utilizada com crianças com PEA é a decomposição da resolução dos problemas matemáticos complexos, decompondo-os em problemas mais simples, levando a uma maior concentração nos detalhes intrínsecos à resolução do problema (Iuculano et al., 2014).

De acordo com o estudo realizado por Banire et al. (2015), todos os especialistas em PEA questionados sobre a eficácia do quadro “*Visual Hybrid Development Learning System*”, concebido para apoiar os programadores no desenvolvimento de sistemas de aprendizagem que foquem a atenção das crianças com PEA na aprendizagem, concordam que o uso de vários estilos de apresentação dos conteúdos de aprendizagem é uma estratégia eficaz para captar a atenção das crianças diagnosticadas com PEA, porque incrementa a atenção destas crianças. Os especialistas acrescentaram ainda que a animação de conceitos abstratos potencia a capacidade de atenção destas crianças durante a aprendizagem por causa dos seus elevados estímulos.

Salienta-se ainda que, a fim de minimizar as dificuldades organizacionais que as crianças com PEA sentem Meisibov (2006) recomenda o desenvolvimento de hábitos sistemáticos e rotinas de trabalho, bem como o desenvolvimento de listas de verificação, programações visuais, e

instruções visuais, mostrando concretamente aos alunos com PEA o que foi completado, o que precisa de ser finalizado e como prosseguir. Gomes e Silva (s.d., p.3) referem que:

“os estímulos visuais e auditivos são meios caracterizadores da atenção e que, se usados de forma direcionada, podem ajudar a construir rotinas consistentes de trabalho, destacar sequências de eventos e fazer com que os alunos autistas se lembrem da ordem adequada a seguir, já que frequentemente não se lembram da ordem precisa das tarefas”.

#### **4.5.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES NO DOMÍNIO CIENTÍFICO DA MATEMÁTICA EM CRIANÇAS COM PEA**

A investigação da utilização das tecnologias e a pesquisa de estratégias que promovam o desenvolvimento de capacidades matemáticas em crianças com PEA não tem merecido muita atenção pela comunidade científica, nomeadamente no que respeita à promoção do raciocínio matemático.

Seo e Woo (2010) e o National Council of Teachers of Mathematic (2000), defendem que as tecnologias, ao auxiliarem o ensino e a aprendizagem matemática, potenciam aprendizagens bem sucedidas por parte dos alunos com NEE, devendo o ensino da matemática ser individualizado e adaptado às dificuldades de aprendizagem do utilizador.

Na mesma linha de pensamento, Useche (2013) refere no seu estudo que a utilização das tecnologias digitais tem um impacto positivo e significativo no desempenho matemático de crianças com PEA.

O ensino e a aprendizagem da matemática no domínio da geometria são processos complexos, por se tratar de um domínio da matemática que se baseia principalmente na observação e no desenvolvimento da perceção espacial e, por consequência, na criação de modelos geométricos de situações reais. A visualização de conceitos de geometria é um elemento chave no processo do desenvolvimento do raciocínio geométrico e deve ser considerado como um passo obrigatório no nível concreto-experiencial no desenvolvimento de processos cognitivos (Starcic, Cotic, & Zajc, 2013).

Estudos anteriores sugerem que os computadores e as aplicações digitais podem ser vistos como uma ferramenta auxiliar para aprender e podem ajudar os alunos no que respeita à experimentação e à compreensão de conceitos e propriedades geométricas. Com as aplicações digitais, os alunos ganham experiência na visualização e manipulação de figuras geométricas e podem desenvolver a capacidade de argumentar sobre essas figuras geométricas (Chang, Wu, Lai, & Sung, 2014).

As ferramentas digitais, como por exemplo, os softwares de geometria dinâmica oferecem uma contribuição significativa para a construção do raciocínio geométrico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do raciocínio matemático. Imagens, gráficos, simulações e animações podem fazer com que alguns conceitos abstratos e processos mais tangíveis para os alunos sejam melhor compreendidos (Starcic et al., 2013).

A utilização das tecnologias digitais permite que as crianças com necessidades especiais, incluindo crianças com PEA, demonstrem uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos, permitindo ainda minorar algumas dificuldades cognitivas dos alunos com menor desempenho. Com efeito, as tecnologias digitais podem oferecer a estas crianças um ambiente estruturado e estabilizado, no qual elas podem facilmente acompanhar as suas ações (Peltenburg, van den Heuvel-Panhuizen, & Doig, 2009).



## **PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO**

---



## **CAPÍTULO 5 – OPÇÕES METODOLÓGICAS**

Este capítulo pretende descrever as opções metodológicas que enquadraram a presente investigação, bem como fundamentar a sua adoção, de forma a que os trabalhos encetados conduzissem ao cumprimento dos seguintes objetivos já enunciados no Capítulo 1 (cf. Páginas 18-20).

A investigação aqui retratada teve por objetivo principal identificar as especificidades dos utilizadores com PEA, conceptualizar, especificar, prototipar, reajustar e avaliar um ambiente digital de apoio ao desenvolvimento de capacidades matemáticas, nomeadamente a do raciocínio matemático em crianças com PEA.

Neste cenário, as opções metodológicas que enquadraram o trabalho foram a prototipagem, a metodologia de desenvolvimento e a investigação-ação. Este quadro metodológico integrou ainda estudos de caso, nos quais as crianças com PEA constituíram a unidade principal de análise (Yin, 2013). Trata-se de um trabalho desenvolvido num cenário de convergência multidisciplinar de metodologias, sendo que o principal instrumento metodológico foi o protótipo concebido para apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático em alunos com PEA.

Devido à sua natureza exploratória, o protótipo seguiu um processo de sucessivos reajustamentos e evoluções, a partir de uma base teórica enriquecida por uma análise qualitativa dos requisitos e dos resultados obtidos nas sessões de exploração que ocorreram ao longo do tempo, conforme proposto por Richey e Klein (2005).

A metodologia do desenvolvimento requer que os utilizadores finais e outros agentes sejam envolvidos em todas as etapas, fornecendo informações sobre os recursos necessários do produto e testando diferentes soluções de design. Este é um aspeto delicado deste projeto em particular, já que os utilizadores-finais são crianças com necessidades especiais. Por isso, tomamos especial cuidado com os aspetos éticos: todas as crianças com PEA que participaram do processo de desenvolvimento do protótipo do ambiente digital foram autorizadas pelos seus pais ou encarregados de educação, bem como pelos diferentes profissionais envolvidos (cf. Apêndice 2). Por isso, fomos capazes de preservar a identidade e a integridade de todos os participantes.

Acresce ainda referir que foram enviadas cartas ao agrupamento de escolas de referência para a educação de alunos com PEA do concelho de Aveiro, solicitando a colaboração e a autorização para desenvolvermos a nossa investigação com alguns dos alunos diagnosticados com esta

problemática que se encontrassem a frequentar estabelecimentos de ensino da área de abrangência desse agrupamento, preferencialmente, no 1º Ciclo do Ensino Básico (cf. Apêndice 1).

O processo de seleção dos participantes para o estudo obedeceu aos seguintes critérios: (1) crianças diagnosticadas com PEA; (2) idades compreendidas entre 6-12 anos; (3) alunos sem outra patologia associada e (4) alunos com a autorização confirmada para a participação no estudo, por parte dos encarregados de educação.

Na secção e capítulo seguintes, descrevemos os procedimentos adotados e os resultados obtidos, bem como as decisões, os desafios associados ao design do protótipo do ambiente digital e às diferentes atividades de aprendizagem matemática integradas no mesmo, e as estratégias que foram implementadas de forma a assegurar a validade e fiabilidade do estudo.

## **5.1 PROCEDIMENTOS**

O desenho metodológico do estudo realizado foi estruturado com vista a organizar um conjunto de passos e procedimentos para cada uma das diferentes fases do trabalho, a fim de averiguarmos o impacto da utilização do protótipo na consolidação das aprendizagens na área da matemática por parte dos alunos com PEA.

Com o intuito de conceber um modelo para o protótipo do ambiente digital que apoiasse alunos com PEA no desenvolvimento das suas capacidades em matemática com modalidade de adaptação das atividades ao perfil do utilizador, procedeu-se, na primeira fase, à revisão aprofundada da literatura orientada para os objetivos propostos, de forma a clarificar os conceitos inerentes ao trabalho de investigação.

Numa segunda fase, na procura de aprofundar o estudo das especificidades e necessidades de sujeitos com PEA, e para além do estudo teórico efetuado, foi conduzido um estudo preliminar composto por três etapas. A primeira etapa incluiu entrevistas a profissionais de saúde, professoras de educação especial que dão apoio a alunos com esta perturbação e a um jovem com PEA. Simultaneamente, realizou-se o levantamento de casos de crianças com PEA de uma escola de referência para alunos com PEA do concelho de Aveiro (Portugal) e a terceira etapa incluiu sessões de atividades exploratórias com as crianças com PEA que frequentassem o 1º ou 2º ciclos do Ensino Básico. Nestas sessões exploratórias foi proposto um conjunto de atividades, com recurso ao GeoGebra<sup>3</sup> (software de matemática dinâmica), de acordo com os Programas Educativos Individuais (PEI) de cada aluno selecionado para o estudo.

---

<sup>3</sup> GeoGebra é um software de matemática dinâmica de acesso livre para todos os níveis de ensino que reúne geometria, álgebra, folhas de cálculo, gráficos, estatística e cálculo numa aplicação fácil de utilizar.

Na terceira fase avançou-se com a identificação das características, requisitos funcionais e técnicos do protótipo, seguida da especificação de um modelo conceptual para o ambiente a prototipar e prototipagem da coletânea de atividades interativas, estruturadas e adaptadas aos perfis funcionais de cada utilizador. Nesta fase, o trabalho de especificação, prototipagem e implementação técnica do protótipo foi assegurado por uma equipa multidisciplinar (editores de conteúdos, programadores e designers) afeta à Linha Temática Geometrix (<http://geometrix.web.ua.pt>) do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações (CIDMA), sedado no Departamento de Matemática, ao qual a investigadora é pertence desde 2010, em colaboração com o Centro de Investigação DIGIMEDIA do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

A prototipagem das atividades, requisitos e implementação do ambiente digital assumiu uma abordagem do tipo investigação-ação, dado que existiram diferentes ciclos e interações de especificação-prototipagem-aferição consoante os dados recolhidos durante as sessões de exploração do protótipo que foram sendo realizadas ao longo do tempo pelos participantes da investigação.

A investigação-ação pode ser encarada como *“uma família de metodologias de investigação que incluem simultaneamente ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão), com base num processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica”*, sendo nos ciclos posteriores aperfeiçoados os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior (Coutinho et al., 2009, p. 360; Coutinho, 2013).

Ainda de acordo com a autora supracitada, efetuar uma investigação-ação implica planear, atuar, observar e refletir, com o intuito de melhorarmos e transformarmos as práticas sociais e educativas, ao mesmo tempo que procuramos uma melhor compreensão das práticas com alunos com PEA. Esta metodologia caracteriza-se pela sua índole participativa, colaborativa, prática, interpretativa, cíclica, crítica e auto avaliativa.

A opção pela metodologia de investigação-ação justifica-se pela necessidade de nesta investigação nos aproximarmos da realidade, procurando construir cenários de mudança e conhecimento sobre estratégias para o desenvolvimento de capacidades matemáticas nos alunos com PEA ancorada pela utilização das tecnologias digitais. Isto significa que foi nosso o objetivo principal de intervir diretamente numa situação ou contexto e solucionar problemas reais (Coutinho, 2006). Na figura 3 pode-se visualizar o conjunto de procedimentos que se desenvolveram durante a investigação.



**Figura 3: Ciclos da Investigação-ação**

A prototipagem das atividades de matemática para a heterogeneidade de perfis de crianças e jovens com PEA seguiu fortemente os quatro princípios de intervenção terapêutica e educacional de Cain e Seeman (2002):

- Exercícios repetitivos;
- Fluxo personalizado das atividades de aprendizagem;
- Combinação de estímulos visuais, auditivos e cinesiológicos;
- Atividades passo a passo com *feedback* e reforço frequentes.

Importa salientar que durante o período de prototipagem e ajuste das soluções técnicas seguiu-se, concomitantemente, uma abordagem de desenvolvimento (tal como referido anteriormente), no sentido de garantir que, à medida que o protótipo do ambiente digital fosse desenvolvido, se conseguisse verificar a funcionalidade, a acessibilidade e a adequabilidade científico – pedagógica deste e se procedesse às correções e adaptações necessárias.

Segundo Reeves, 1995; Van den Akken, Nieveen, Branch, Gustafson e Plomp, (1999) citados por Coutinho (2006, p.5) as metodologias de desenvolvimento têm como objetivo, o estudo de um problema real, como o “*caso do desenvolvimento de protótipos educativos em que se sucedem num processo contínuo e integrado atividades de conceção, implementação e reajustamento do mesmo*”.

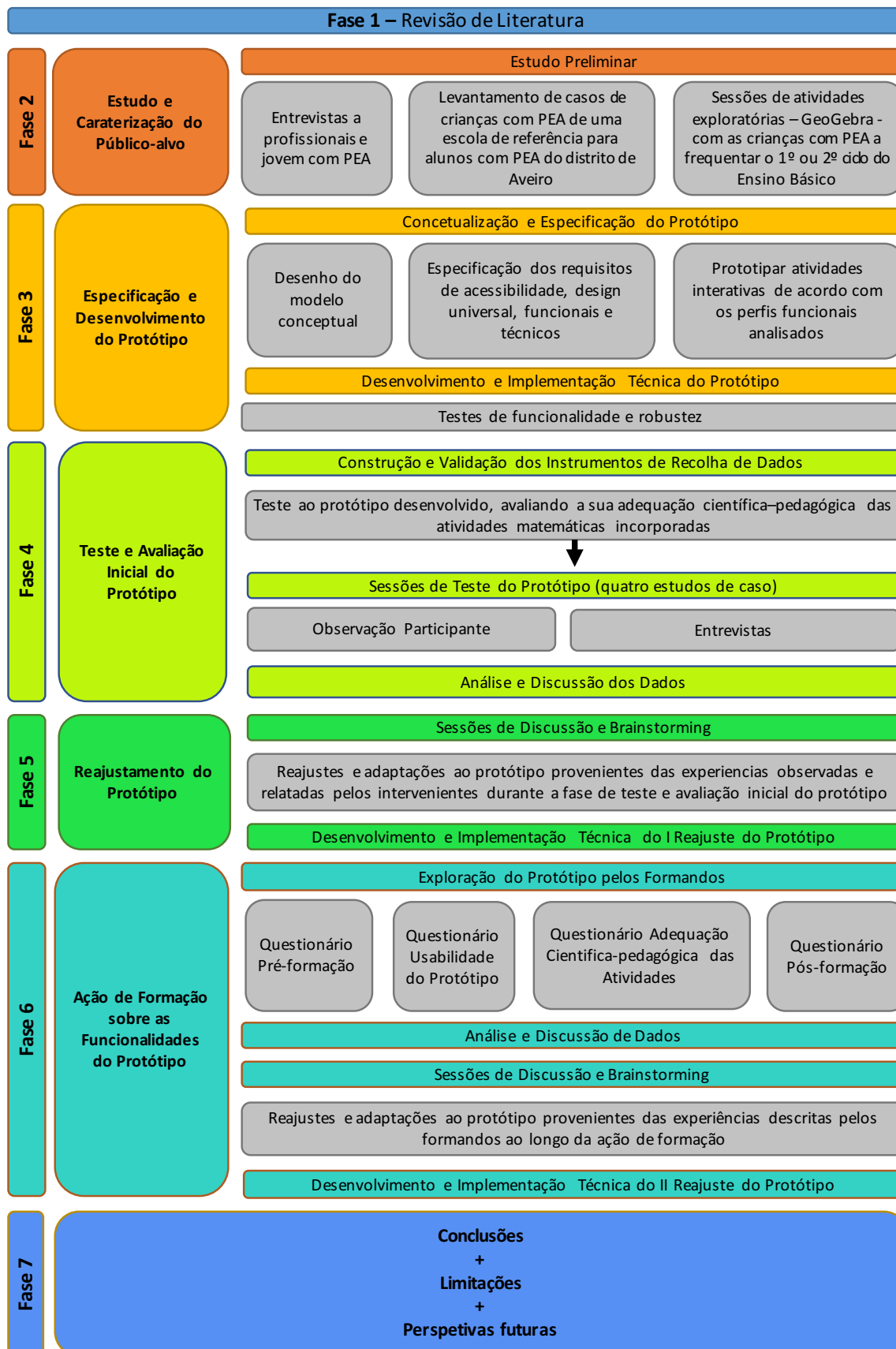
Na quarta fase avançou-se com o teste e avaliação inicial do protótipo com a participação direta de 4 estudos de caso de alunos com PEA e dos seus professores de educação especial, no sentido de avaliar a adequação científico-pedagógica, acessibilidade e universalidade do protótipo desenvolvido. Consequentemente, procedeu-se à respetiva análise e discussão dos dados recolhidos. As sessões de teste do protótipo foram realizadas na escola de referência do concelho de Aveiro para esta perturbação.

A quinta fase do presente estudo consistiu em reajustar e adaptar o protótipo às experiências observadas e relatadas pelos intervenientes durante a fase de teste e avaliação inicial do protótipo.

Na sexta fase foram realizadas duas edições de uma ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido. Esta fase culminou com a análise e discussão dos dados recolhidos das experiências descritas pelos formandos ao longo da ação de formação e com um novo reajustamento do protótipo, para que este respondesse efetivamente às necessidades e especificidades dos alunos com PEA no desenvolvimento do raciocínio matemático. Importa referir que a dinamização da ação de formação foi financiada pela Fundação Calouste Gulbenkian, conforme descrito adiante.

Na sétima e última fase procedeu-se à redação das principais conclusões, onde procurámos dar respostas à questão principal e às questões específicas de investigação, bem como, enunciar as limitações encontradas nesta investigação, finalizando com a apresentação de contributos, perspetivando a continuidade do estudo desenvolvido.

De modo a sintetizar os procedimentos utilizados, elaboramos o desenho metodológico onde apresentamos, no Esquema 1, as principais fases e componentes que integraram esta investigação.



Esquema 1: Desenho metodológico da investigação realizada



## **5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS**

Numa investigação devemos refletir sobre as formas de recolher a informação que a própria investigação nos vai fornecendo. A seleção das técnicas e dos instrumentos não só dependem das questões de investigação, mas também da situação de investigação concreta, ou seja, do contexto, pois só a visão global permite determinar o que será mais adequado e o que será capaz de fornecer os dados pretendidos (Turato, 2003).

De acordo com Coutinho (2013), as técnicas e os instrumentos de recolha de dados estão divididos em três categorias: 1) Técnicas baseadas na observação, que estão centradas na perspetiva do investigador, que por sua vez observa em direto e presencialmente o fenómeno em estudo; 2) Técnicas baseadas na conversação, que estão centradas na perspetiva dos participantes e enquadram-se nos ambientes de diálogo e de interação; e 3) Análise documental, que está centrada também na perspetiva do investigador e implica que este faça pesquisa e leitura de documentos escritos que constituem a sua fonte de informação.

Com efeito, na investigação realizada foram aplicadas diferentes técnicas e instrumentos de recolha de dados que permitiram aumentar a validade e a credibilidade dos resultados da investigação, cruzando os resultados de diferentes abordagens e fontes. Uma abordagem multidimensional na recolha e análise dados permite identificar, explorar e compreender as diferentes dimensões do estudo, reforçando assim as suas descobertas e enriquecendo as suas interpretações (Yin, 2013).

Considerando a componente tecnológica da investigação realizada, nomeadamente o desenvolvimento de um protótipo de um ambiente digital para a promoção do raciocínio matemático em alunos com PEA e a sua utilização como principal instrumento metodológico da investigação, foram ainda aplicados outros instrumentos metodológicos criados no âmbito das diversas fases do presente estudo.

O processo de recolha de dados iniciou-se utilizando a técnica de análise documental, de forma a estudar o que se tem produzido sobre a área em estudo para poder *“introduzir algum valor acrescido à produção científica sem correr o risco de estudar o que já está estudado tomando como original o que já outros descobriram.”* (Carmo & Ferreira, 1998, p. 59). De notar que a referida técnica de investigação foi aquela que nos acompanhou ao longo de todas as fases de desenvolvimento do protótipo.

No âmbito da fase do estudo e caracterização do público-alvo foram criados diversos instrumentos metodológicos, tais como: guião de entrevista exploratória a profissionais de saúde, a professores e a jovens com PEA, questionário de avaliação de competências em tecnologias digitais, questionário de avaliação de competências em matemática e grelhas de observação das sessões exploratórios no contexto escolar dos participantes. Após a recolha de dados, utilizámos o software

WebQDA<sup>4</sup> (Web Qualitative Data Analysis) para armazenar, pesquisar e proceder à codificação dos dados recolhidos que foram analisados considerando os objetivos desta fase: a caracterização do público-alvo, o diagnóstico das competências em matemática e nas tecnologias digitais, e, a avaliação das competências ao nível do raciocínio matemático dos participantes.

Na fase de teste e avaliação inicial do protótipo desenvolvido recorreremos à técnica de observação participante e foram criados os seguintes instrumentos de recolha de dados: a grelha de registo da observação das sessões de teste do protótipo e o guião de entrevista final aos professores de educação especial que acompanharam os alunos participantes durante as sessões de teste do protótipo.

Relativamente à fase da dinamização das duas edições da ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido foram aplicados quatro questionários (questionário pré-formação, questionário sobre a usabilidade do protótipo, questionário sobre a adequação científico-pedagógica das atividades incorporadas no protótipo e questionário pós-formação) com vista a recolher dados que pudessem também sustentar a viabilidade e credibilidade do protótipo desenvolvido, uma vez que a maioria dos formandos foram professores que acompanham o processo de ensino e de aprendizagem de crianças e jovens com PEA.

Nas secções seguintes do próximo capítulo são descritos com maior detalhe, os procedimentos/instrumentos metodológicos, os objetivos e a análise dos resultados obtidos em cada uma das principais fases descritas ao longo deste capítulo.

---

<sup>4</sup> WebQDA – é um software de análise de dados (textos, vídeos, imagens e áudio) qualitativos num ambiente colaborativo e distribuído ([www.webqda.com](http://www.webqda.com)) (Souza, Costa, & Moreira, 2010; Souza, Costa, & Moreira, 2011) desenvolvido por investigadores da Universidade de Aveiro.

## **CAPÍTULO 6 – PROCESSO DE PROTOTIPAGEM, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O presente capítulo é dedicado à descrição do processo de prototipagem do ambiente digital desenvolvido e à discussão dos resultados obtidos nas fases dois, quatro e seis da presente investigação.

A análise de dados realizada teve como objetivos primordiais o aprofundamento do estudo sobre a temática em discussão e a procura de respostas à questão principal e às questões específicas de investigação subjacentes ao presente estudo.

Numa primeira etapa foram analisados e interpretados os dados obtidos no estudo preliminar efetuado. Seguidamente, numa segunda etapa, foi descrito o processo de prototipagem do protótipo, no qual foram conglomeradas a conceptualização e especificação do protótipo (modelo conceptual), a especificação e desenho das atividades matemáticas, o desenvolvimento e a implementação técnica do protótipo. Na terceira etapa procedeu-se à discussão dos dados provenientes das experiências observadas e relatadas pelos intervenientes durante a fase de teste e avaliação inicial do protótipo, que serviram de alavanca para os primeiros reajustes ao protótipo desenvolvido para que este efetivamente possa promover o desenvolvimento do raciocínio matemático no público-alvo a que se destina.

Neste capítulo, apresenta-se ainda a descrição da ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido e a análise e discussão dos dados obtidos através dos questionários aplicados, designadamente, os questionários, de pré e pós-formação, usabilidade do protótipo e adequação científica-pedagógica das atividades. Da análise efetuada procedeu-se à descrição dos segundos reajustes e adaptações ao protótipo provenientes das experiências descritas pelos formandos ao longo da ação de formação. Por fim, procede-se à explanação final do protótipo desenvolvido.

### **6.1 ESTUDO PRELIMINAR**

Com o intuito de complementar o estudo teórico relativo às PEA, e na procura de aprofundar o estudo das especificidades e necessidades de indivíduos com PEA e estabelecer um contacto de proximidade com casos concretos, que permitisse recolher dados com vista à especificação do

modelo conceptual do protótipo, foi realizado um estudo preliminar que incluiu três etapas principais: entrevistas a profissionais de saúde, professores de educação especial que dão apoio a alunos com esta perturbação e jovens com PEA; levantamento de casos de crianças com PEA de uma escola de referência para alunos com PEA do concelho de Aveiro e sua caracterização inicial; e sessões de atividades exploratórias com as crianças com PEA que frequentavam o 1º ou 2º ciclos do ensino básico.

#### **6.1.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS AOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE E EDUCAÇÃO E AO JOVEM COM PEA**

Na procura de recolher dados conducentes à caracterização das especificidades e necessidades do público-alvo foram conduzidos inquéritos por entrevista estruturada quer a técnicos de saúde, quer a professores que acompanham ou acompanharam alunos com PEA e a jovens com PEA.

Os principais objetivos destas entrevistas centraram-se na recolha de informação que permitisse: o estudo aprofundado das necessidades e especificidades de crianças/jovens com PEA, a averiguação da forma como os temas matemáticos são abordados, a identificação do tipo de dificuldades e/ou potencialidades que estas crianças/jovens têm ao nível da matemática e como podem ser ultrapassadas as dificuldades, a identificação das práticas pedagógicas que são utilizadas no ensino e aprendizagem da matemática e dos instrumentos que estão a ser utilizados para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com PEA, e a importância das tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem destas crianças/jovens.

Os guiões das entrevistas (cf. Apêndice 3, 4 e 5) para cada grupo de intervenientes foram organizados em quatro tópicos principais que se encontram descritos nas tabelas 5, 6 e 7.

**Tabela 5: Entrevista aos técnicos de saúde, tópicos do guião de entrevista**

<b>Entrevista aos técnicos de saúde</b>	
Perfil do entrevistado	
Caraterização do público-alvo do estudo	
Avaliação de competências na área da matemática	Instrumentos de avaliação de competências académicas em crianças e/ou jovens com PEA
	Estratégias para promover o desenvolvimento do raciocínio matemático
	Dificuldades que as crianças e/ou jovens com PEA apresentam na área da matemática
	Potencialidades das crianças e/ou jovens com PEA no desenvolvimento do raciocínio matemático
Tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática	Desenvolvimento de competências matemáticas enriquecido pela utilização das tecnologias digitais
	Soluções de natureza tecnológica especificamente desenvolvidos para trabalhar a área da matemática com o público-alvo
	Caraterísticas que um ambiente digital devia possuir para apoiar crianças e jovens com PEA na aprendizagem da matemática

**Tabela 6: Entrevista aos professores de educação especial, tópicos do guião de entrevista**

<b>Entrevista aos professores de educação especial</b>	
Perfil do entrevistado	
Caraterização do público-alvo do estudo	
Caraterização das práticas de ensino e aprendizagem da matemática	Dificuldades que as crianças e/ou jovens com PEA apresentam na área da matemática
	Potencialidades das crianças e/ou jovens com PEA na área da matemática
	Estratégias no ensino e aprendizagem matemática
	Tipo de atividades para promover o desenvolvimento do raciocínio matemático
	Potencialidades das crianças e/ou jovens com PEA no desenvolvimento do raciocínio matemático dedutivo
Avaliação de competências na área da matemática	Forma de avaliação das competências matemáticas em alunos com PEA
	Instrumentos de avaliação de competências académicas em alunos com PEA
Tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática no contexto escolar	Importância das tecnologias digitais
	Desenvolvimento de competências matemáticas enriquecido pela utilização das tecnologias digitais
	Potencialidades das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática
	Utilização de recursos tecnológicos como recursos no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos com PEA
	Soluções de natureza tecnológica especificamente desenvolvidos para trabalhar a área da matemática com o público-alvo
	Caraterísticas que um ambiente digital devia possuir para apoiar crianças e jovens com PEA na aprendizagem da matemática

**Tabela 7: Entrevista ao jovem com PEA, tópicos do guião de entrevista**

<b>Entrevista ao jovem com PEA</b>	
Perfil do entrevistado	
Área da matemática	Forma de trabalhar a matemática na escola
	Tipos de apoio especializados na área da matemática
	Dificuldades sentidas na área da matemática
	Potencialidades na área da matemática
Tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática no contexto escolar	Desenvolvimento de competências matemáticas enriquecido pela utilização das tecnologias digitais
	Tipo de atividades a desenvolver para melhorar as capacidades de raciocínio matemático
	Caraterísticas que um ambiente digital devia possuir para apoiar crianças e jovens com PEA na aprendizagem da matemática

A técnica de registo de dados utilizada nas entrevistas foi a gravação áudio e posteriormente foi feita a transcrição livre das mesmas, assim como a codificação e a respetiva análise de conteúdo com suporte ao software WebQDA (Web Qualitative Data Analysis).

O processo de codificação permitiu a seleção de dados expressivos e, por forma a facilitar o processo de interpretação e inter-relação dos dados, foi definido um conjunto de categorias que derivaram dos guiões de entrevista, disponíveis nos [Apêndices 3 a 5](#): (a) caraterização das crianças/jovens com PEA, (b) dificuldades ao nível da matemática, (c) potencialidades das

tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA, e (d) características que o ambiente digital a desenvolver deve possuir.

O nosso grupo de entrevistados integrou 7 participantes, um dos quais proveniente do Estados Unidos da América. Quanto ao género, foi constituído por dois elementos do sexo masculino e cinco do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 20 e os 62 anos:

- Uma psicóloga com doutoramento em Políticas Educacionais e de Liderança, que é diretora do *Family Child Learning Center*, em Akron, Ohio, Estados Unidos da América, exercendo também funções de especialista/investigadora no Hospital Pediátrico de Akron (Akron Children's Hospital) e na Universidade de Kent (Kent State University);
- Um psicólogo com mestrado em Reabilitação Psicossocial e Saúde Mental, exercendo funções na Cooperativa FOCUS,C.R.L.<sup>5</sup>;
- Uma terapeuta da fala com licenciatura em terapia da fala, exercendo funções na ANDITEC<sup>6</sup> em colaboração com a Cooperativa FOCUS,C.R.L.;
- Uma engenheira biomédica com mestrado em Ciência Cognitiva, exercendo funções na ANDITEC em colaboração com a Cooperativa FOCUS,C.R.L.;
- Uma professora de educação especial com mestrado em Intervenção Social e Comunitária, exercendo funções do agrupamento de escolas de Esgueira em Aveiro, na unidade de autismo;
- Uma professora de educação especial com doutoramento em Ciências da Educação na área da PEA, exercendo funções no agrupamento de escolas de Valadares em Vila Nova de Gaia na unidade de autismo;
- Um jovem com PEA, estudante na Universidade de Aveiro.

Todas as entrevistas foram individuais, à exceção da entrevista com as duas técnicas da ANDITEC (terapeuta da fala e engenheira biomédica), que foi realizada em grupo.

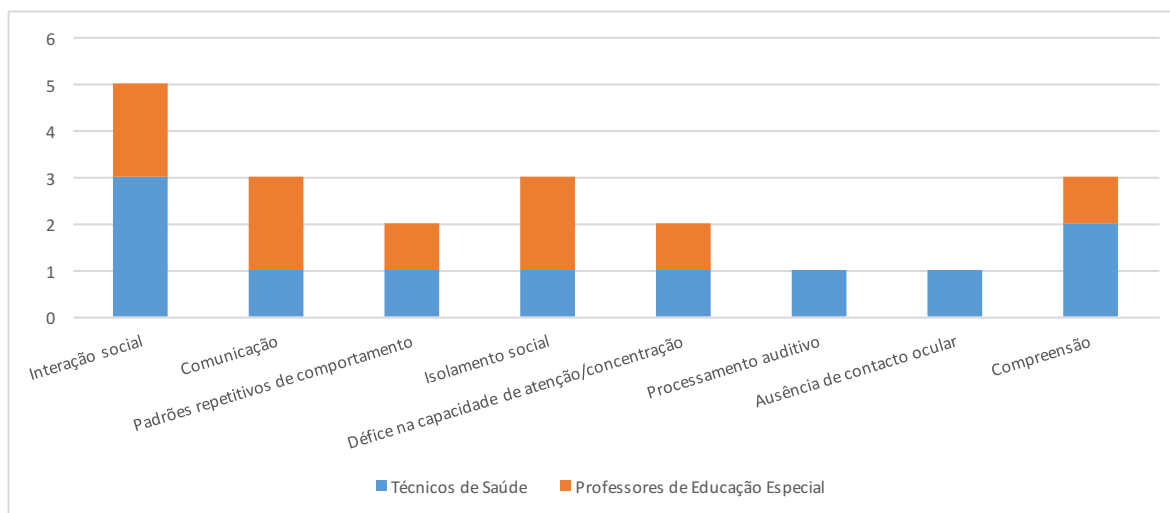
#### **(a) Caraterização das crianças/jovens com PEA**

Os entrevistados relataram que as características mais evidentes em crianças/jovens com PEA centram-se nas dificuldades ao nível da interação social (5/7), comunicação (3/7), compreensão (3/7) e na capacidade de atenção/concentração (2/7), bem como, os entrevistados referem que estas crianças têm uma predisposição para o isolamento social (3/7) (cf. Gráfico 1).

---

<sup>5</sup> FOCUS - Cooperativa de Solidariedade Social, equiparada a IPSS, com âmbito nacional, cuja missão consiste em ser a especialista na oferta de projetos de vida individualizados aos indivíduos com Perturbações Globais do Desenvolvimento e Espectro de Autismo.

<sup>6</sup> ANDITEC – empresa exclusivamente dedicada às tecnologias de apoio para pessoas com necessidades especiais, com especial relevo nos domínios da comunicação aumentativa, interfaces e soluções informáticas integradas, controlo do ambiente e mobilidade.



**Gráfico 1: Características das crianças/jovens com PEA recolhidas através dos dados das entrevistas**

#### **(b) Dificuldades ao nível da matemática**

Questionados sobre as dificuldades que o público-alvo do nosso estudo apresenta ao nível da matemática, os entrevistados afirmaram que estas crianças apresentam lacunas relativamente ao raciocínio abstrato (3/7), noções de tempo e espaço, formulação de cálculos e ao nível do raciocínio dedutivo (3/7).

#### **(c) Potencialidades das tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA**

No que concerne à utilização das tecnologias digitais no desenvolvimento de capacidades matemáticas nos alunos com PEA, a maioria dos entrevistados mencionaram que as tecnologias digitais são uma mais-valia no processo de ensino e de aprendizagem destes alunos. Os profissionais de saúde e os professores indicaram que estas são ferramentas que motivam (4/7) e despoletam interesse pela aprendizagem (2/7), promovem autonomia e facilitam a comunicação (4/7). Ainda a este respeito, importa sublinhar dois comentários realizados por um dos entrevistados (professora de educação especial), ao referir que a utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA deve ser feita com cautela ou então ponderar a sua não utilização, uma vez que se as crianças com esta problemática têm tanta dificuldade em se relacionar, que as novas tecnologias fazem com que eles se isolem cada vez mais dos meios sociais. A professora em questão menciona que só utiliza as tecnologias digitais como reforço positivo e não para trabalhar conteúdos.

**(d) Características que o ambiente digital a desenvolver deve possuir**

Considerando as características que o ambiente digital a desenvolver devia possuir, foram registadas sugestões por parte de todos os entrevistados, relativamente à organização do ambiente, que foi referido que este deve estar bem organizado e estruturado, dispor de pouca informação visual, conter boas instruções e ícones apelativos. Também foi referida a necessidade de desenvolver problemas e/ou tarefas enquadradas em situações reais e a incorporação de *feedbacks* apropriados. Os inquiridos ainda mencionaram que o perfil do utilizador deveria ser de fácil personalização e que o ambiente digital deveria ser dinâmico, permitindo o registo de desempenho dos utilizadores. O jovem com PEA sugeriu, ainda, a incorporação de uma área para testes gratuitos e tarefas/atividades de exploração, onde todos os erros pudessem ser feitos sem qualquer consequência.

**6.1.2 LEVANTAMENTO DE CASOS DE CRIANÇAS COM PEA DO DISTRITO DE AVEIRO**

O levantamento de casos de crianças com PEA a frequentar os 1º e 2º ciclos do ensino básico foi realizado em outubro de 2013 através do contacto com uma escola de referência do concelho de Aveiro para esta patologia e teve por objetivo a seleção de casos para a participação no presente estudo. Neste enquadramento, foram feitos pedidos de autorização para o desenvolvimento desta investigação ao agrupamento de escolas em questão e aos encarregados de educação dos alunos selecionados para este estudo (cf. Apêndice 1 e 2). Igualmente, aos professores de educação especial foi pedido que enviassem o Programa Educativo Individual (PEI) de cada aluno.

Nesta fase da investigação, os alunos participantes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: (1) crianças diagnosticadas com PEA; (2) crianças que não tenham associadas outras comorbidades e (3) crianças com a autorização confirmada para a participação no estudo.

Selecionados os alunos a colaborar nesta fase do estudo, procedeu-se à análise dos seus PEI e à realização das sessões de atividades exploratórias.

**6.1.2.1 CARATERIZAÇÃO INICIAL DOS ALUNOS PARTICIPANTES**

A caraterização inicial foi feita com base na análise dos PEI e no diagnóstico das competências em matemática e em tecnologias digitais de sete crianças diagnosticadas com PEA, todas do sexo masculino e com idades compreendidas entre 8 e 12 anos. Com este propósito realizamos a análise de conteúdo dos PEI, considerando a importância de ajustar as atividades e soluções tecnológicas ao perfil dos alunos selecionados. Para o efeito, foram criadas categorias e subcategorias que imergiram dos próprios PEI. A cada participante deste estudo foi atribuído um



código de forma a garantir a confidencialidade dos mesmos e facilitar a sua identificação, tendo sido adotado o código “A” seguido de números de 1 a 7, ou seja, A1, A2, A3, ..., A7.

### (1) Análise dos Programas Educativos Individuais

A síntese da análise dos dados mais relevantes fornecidos pelos PEI para a caracterização dos alunos participantes encontram-se sistematizados na tabela 8.

**Tabela 8: Caracterização dos participantes com PEA**

Identificação do participante	Ano de Escolaridade	Interação social	Comunicação	Comportamentos	Dificuldades de aprendizagem	Coordenação óculo-manual	Motricidade fina	Insegurança na realização das tarefas	Baixa-autoestima	Ausência de Contacto ocular	Calcular	Capacidade de cálculo mental	Capacidade na Resolução de problemas	Dificuldades na Resolução de Problemas	Concentrar a atenção / Dirigir a atenção	Dificuldades na área da matemática	Capacidade de abstração	Raciocínio matemático	Percepção visuo-espacial
A1	5º	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
A2	4º	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
A3	3º	3	2	3	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	2	3	0	2	0
A4	4º	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5	6º	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
A6	6º	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
A7	5º	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
Total de alunos		4	4	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	6	3	2	1	1

Conforme podemos observar na tabela anterior e de acordo com a análise efetuada aos PEI, constatamos que ao nível das características, o público-alvo do nosso estudo revela dificuldades nos relacionamentos sociais (4/7), na comunicação (4/7), dificuldades em dirigir a atenção e apresentam períodos de concentração curtos durante a realização das atividades (6/7).

Nesta mesma linha de análise dos PEI, ao nível da área da matemática verificamos que os participantes apresentam dificuldades na resolução de problemas, na realização de tarefas que impliquem uma maior capacidade de abstração e na percepção visual espacial (A7). O participante A3 revela boa capacidade de cálculo mental e raciocínio matemático.

É de salientar que apenas um dos PEI (PEI do A3) faz alusão ao desenvolvimento do raciocínio matemático. Neste sentido, constata-se que os PEI carecem da menção do desenvolvimento do raciocínio matemático, o que nos leva a concluir que esta capacidade não é trabalhada com estes alunos.

## (2) Diagnóstico das Competências em Matemática

Com vista a efetuar um diagnóstico das competências ao nível da matemática, foi realizado um inquérito por questionário *online* (cf. Apêndice 6) dirigido aos professores de matemática ou professores titulares da turma das crianças com PEA selecionadas para o estudo. O referido questionário teve por objetivo recolher dados relativamente: às estratégias e processos usados com vista à promoção das competências transversais de “resolução de problemas” e de “raciocínio matemático”, ao desempenho do aluno na disciplina de matemática e em cada domínio desta área disciplinar (Números e Operações; Geometria e Medida; Organização e Tratamento de Dados e Álgebra), às potencialidades do aluno ao nível do raciocínio matemático, à existência de algum tipo de apoio especializado na área da matemática e ao conhecimento de áreas de especial interesse para cada aluno.

Importa ainda referir que a este questionário apenas responderam os professores de cinco dos sete alunos selecionados para participar nesta fase da investigação.

A análise dos dados recolhidos revela que ao nível das estratégias utilizadas na promoção das competências transversais de “resolução de problemas” e de “raciocínio matemático” vão ao encontro da concretização das situações através do conhecimento do quotidiano do aluno, envolvendo a resolução de problemas de um só passo ou então em problemas mais complexos desdobrando-os em tarefas mais simples, não descurando a realização de atividades do manual adotado e a explicitação do raciocínio dos alunos. De notar que no caso dos alunos A2 e A4 a estratégia utilizada para a promoção das competências matemáticas é a utilização do programa "Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD)" no tema da Geometria e Medida (cf. Tabela 9).

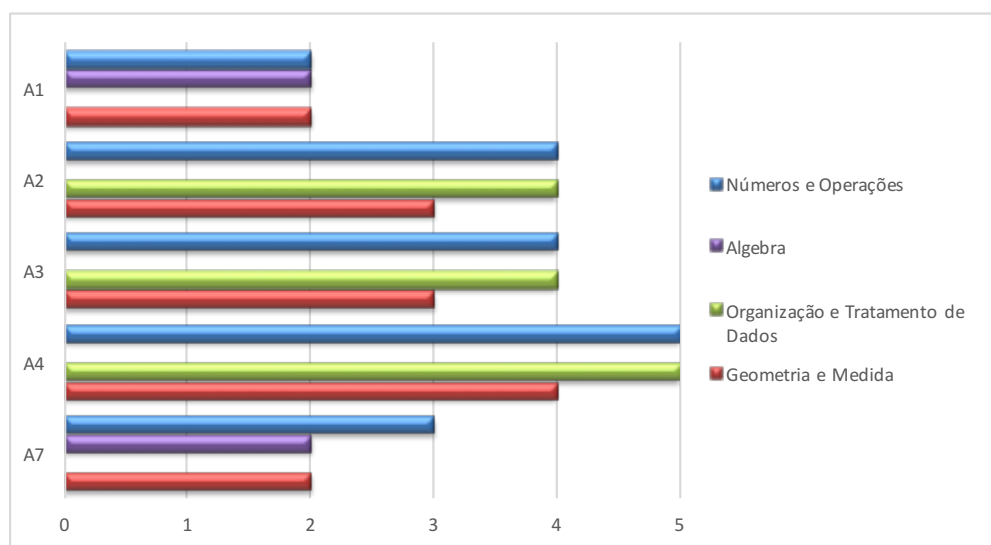
**Tabela 9: Estratégias utilizadas na promoção de competências transversais**

<b>Estratégias utilizadas na promoção de competências transversais</b>	
	“As estratégias utilizadas passaram pela:
	- concretização das situações através do conhecimento do quotidiano do aluno e / ou objetos;
<b>A1</b>	- utilização de números "pequenos";
	- utilização de problemas de um só passo, ou sendo mais complexos, apresentados por fases;
	- exigência ao aluno da explicitação do seu raciocínio.”
<b>A2</b>	“No tema geometria e medida é utilizado o programa "Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD)””
<b>A3</b>	“As estratégias usadas com o aluno são semelhantes às aplicadas com os restantes elementos da turma. Incidem, fundamentalmente, na realização das atividades do manual adotado (Alfa 3, da Porto Editora) e na utilização do quadro para explicar o enunciado e apresentar a resolução dos problemas. Pontualmente, são utilizados materiais manipuláveis.”
<b>A4</b>	“No tema geometria e medida é utilizado o programa "Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD)””
<b>A7</b>	“As estratégias utilizadas passam pela: - concretização das situações através do conhecimento do quotidiano do aluno e / ou objetos; - utilização de números "pequenos"; - utilização de problemas de um só passo, ou sendo mais complexos, apresentados por fases;”

Relativamente ao nível do desempenho dos alunos participantes na disciplina de matemática e por domínio, os dados recolhidos encontram-se descritos na tabela 10 e no gráfico 2.

**Tabela 10: Descrição do nível de desempenho por aluno na disciplina de Matemática**

<b>Descrição do nível de desempenho por aluno na disciplina de Matemática</b>	
<b>A1</b>	Apresenta um desempenho pouco satisfatório nesta área disciplinar
<b>A2</b>	O aluno tem um desempenho satisfatório nesta disciplina. Poderia ser melhor se fosse mais persistente, principalmente na resolução de problemas.
<b>A3</b>	O aluno apresenta um bom desempenho nesta área disciplinar. Porém, devido às suas dificuldades na leitura e na escrita, necessita de ajuda verbal do docente na leitura e explicação do enunciado dos problemas.
<b>A4</b>	O aluno tem um bom desempenho nesta disciplina.
<b>A7</b>	Apresenta um nível de desempenho satisfatório.

**Gráfico 2: Nível de desempenho por domínio**

Depois de analisar o desempenho dos alunos nos quatro domínios matemáticos (cf. Gráfico 2), podemos concluir que a maioria destes alunos mostra um bom nível de desempenho em matemática, sendo a "Geometria e Medida", o domínio onde os alunos têm níveis de desempenho mais baixos. Só os alunos A1 e A7 apresentam um baixo nível de desempenho em quase todos os domínios matemáticos

Considerando o potencial desses alunos para o raciocínio matemático, e na opinião dos professores inquiridos (cf. Tabela 11), os alunos A1 e A7 não apresentam um grande potencial para o raciocínio matemático, dado o seu estágio de desenvolvimento e idade. O professor destes alunos refere ainda que estes apresentam muitas dificuldades na transposição do concreto para o abstrato e na generalização. Os alunos A2, A3 e A4 foram descritos como tendo boa capacidade de raciocínio matemático, no caso específico do aluno A3 é ainda referido: *"Por vezes, é capaz de resolver alguns problemas que os restantes alunos da turma não conseguem."*

**Tabela 11: Potencialidades dos alunos participantes ao nível do raciocínio matemático**

<b>Potencialidades dos alunos participantes ao nível do raciocínio matemático</b>	
<b>A1</b>	“Nesta fase do seu desenvolvimento escolar e etário, o aluno não revela grandes potencialidades ao nível do raciocínio matemático, uma vez que apresenta muitas dificuldades em passar do concreto para o abstrato. A generalização, que passou a ser aconselhada pelo programa neste nível de escolaridade, é algo difícil para este aluno.”
<b>A2</b>	“Penso que o aluno tem boas potencialidades ao nível do raciocínio matemático.”
<b>A3</b>	“O aluno revela potencialidades ao nível do raciocínio matemático. Por vezes, é capaz de resolver alguns problemas que os restantes alunos da turma não conseguem.”
<b>A4</b>	“Penso que o aluno tem boas potencialidades ao nível do raciocínio matemático.”
<b>A7</b>	“Nesta fase do seu desenvolvimento escolar e etário, o aluno não revela grandes potencialidades ao nível do raciocínio matemático, uma vez que apresenta muitas dificuldades em passar do concreto para o abstrato. A generalização, que passou a ser aconselhada pelo programa, neste nível de escolaridade, é algo muito difícil para este aluno.”

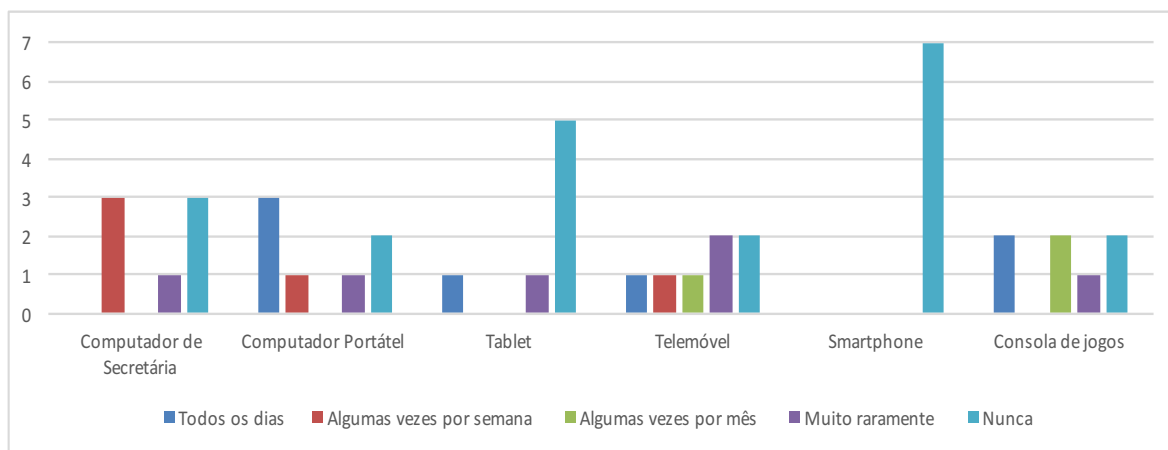
Relativamente à questão destes alunos usufruírem de algum tipo de apoio especializado na área da matemática, constata-se que quatro dos cinco alunos analisados (A1, A2, A3 e A7) recebem apoio da Educação Especial no contexto escolar.

Em relação às áreas de interesse verifica-se que a área das ciências (corpo humano, animais, astronomia) revelou ser a área que desperta maior interesse nos alunos A2, A3 e A4, bem como a história de Portugal. Para os restantes participantes não foi mencionada qualquer área de interesse.

### **(3) Diagnóstico das competências ao nível das tecnologias digitais**

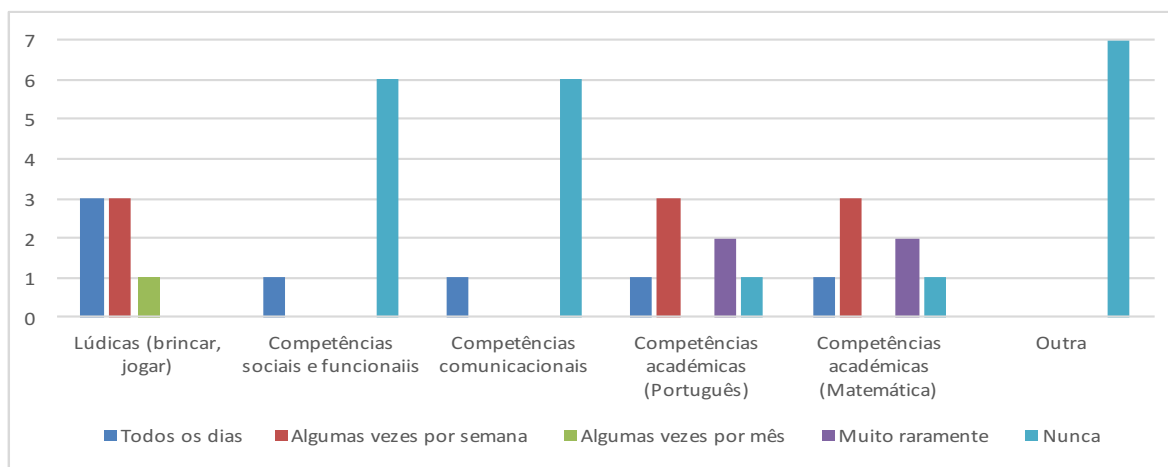
Com o intuito de averiguar o nível de competências digitais dos alunos com PEA selecionados para o estudo, foi conduzido um inquérito por questionário aos professores de educação especial destes alunos (cf. [Apêndice 7](#)). Este teve como objetivo a recolha de dados relativos: à frequência de utilização dos dispositivos tecnológicos (computador de secretária, computador portátil, tablet, telemóvel, telemóvel 3<sup>a</sup> geração/smartphones, consolas,...); ao contexto de utilização das tecnologias; à finalidade da sua utilização e frequência; às ferramentas e aplicações têm sido utilizadas no apoio ao processo de ensino e de aprendizagem da matemática; à forma como as tecnologias se têm revelado potenciadoras de foco de atenção e aumento da motivação; e às dificuldades sentidas ao nível da interação com as mesmas.

Os dados recolhidos mostram que os participantes utilizam computadores de secretária e computadores portáteis, diariamente ou algumas vezes por semana, bem como, utilizam o telemóvel, ainda que com uma frequência variável. No que diz respeito ao contexto de utilização destas tecnologias verifica-se que estas são, na sua totalidade, utilizadas em casa, o que parece indicar que o contexto educacional talvez não promova o uso destas tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos (cf. Gráfico 3).



**Gráfico 3: Frequência de utilização das tecnologias**

Em relação à finalidade para a utilização das tecnologias digitais, os dados mostram que as crianças utilizam-nas: para jogar – todos os dias (3/7), algumas vezes por semana (3/7) ou algumas vezes por mês (1/7); para a aquisição de competências académicas em matemática e língua portuguesa – algumas vezes por semana (3/7) e muito raramente (2/7). Acrescenta-se ainda que o aluno A1 também utiliza estas tecnologias diariamente para a aprendizagem de competências funcionais e sociais (cf. Gráfico 4).



**Gráfico 4: Finalidade e frequência de utilização das tecnologias**

No caso específico do uso de ferramentas e aplicações matemáticas no processo de ensino e de aprendizagem, os inquiridos relataram que, no apoio aos alunos A1, A3, A5, A6 e A7, não têm sido utilizados aplicações ou ferramentas de matemática e, no caso dos alunos A2 e A4, mencionaram que estes dois alunos utilizam a Escola Virtual e um Ambiente de Geometria Dinâmica, em casa, conforme podemos observar nos relatos transcritos na tabela abaixo.

**Tabela 12: Explicitação das ferramentas e aplicações utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem matemática**

<b>Explicitação das ferramentas e aplicações utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem matemática</b>	
<b>A1</b>	“No apoio da educação especial não têm sido utilizadas as ferramentas TIC.”
<b>A2</b>	“Escola virtual; AGA (em casa); No apoio da educação especial não têm sido utilizadas as ferramentas TIC.”
<b>A3</b>	“O aluno não tem realizado atividades de Matemática no computador.”
<b>A4</b>	“Escola virtual (em casa) No apoio não têm sido utilizadas as ferramentas TIC.”
<b>A5</b>	“No apoio da Educação Especial não têm sido utilizadas ferramentas TIC.”
<b>A6</b>	“O aluno não tem apoio direto da Educação Especial.”
<b>A7</b>	“No apoio da educação especial não têm sido utilizadas as ferramentas TIC.”

No que concerne à forma como as tecnologias se têm revelado potenciadoras de foco de atenção e aumento da motivação e às dificuldades ao nível da interação com o computador, os inqueridos indicaram não ter conhecimento sobre estas questões.

### **6.1.3 SESSÕES DE ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM GEOGEBRA**

Com o objetivo de conduzir uma primeira experiência de contacto com alunos com PEA, foram realizadas sessões exploratórias com propostas de atividades matemáticas (cf. Apêndices 8 a 11) desenhadas de acordo com o PEI de cada aluno utilizando o GeoGebra (Software de Geometria Dinâmica). As sessões decorreram em fevereiro de 2014 com uma duração média de 60 minutos, numa sala de uma unidade de ensino estruturado (3/7) e em salas de aulas (4/7) no agrupamento de escolas de referência.

As sessões exploratórias foram realizadas através da observação por parte da investigadora e por um membro da equipa da Linha Temática Geometrix que apoiou a investigadora nesta recolha de dados, sendo estas dinamizadas pelo professor de Educação Especial de cada aluno. A técnica de registo de dados utilizada foi a grelha de observação (cf. Apêndice 12) na qual foram registados os comportamentos e atitudes observadas, nas diferentes atividades propostas, bem como o desempenho de cada aluno.

Para cada atividade foram identificadas as capacidades matemáticas nelas implícitas (cf. Tabela 13). A análise dos dados recolhidos nestas sessões permitiu examinar as capacidades transversais dos participantes ao nível do raciocínio matemático, resolução de problemas, compreensão de conceitos, memorização, visualização e perceção visual (2D-3D-2D).

**Tabela 13: Descrição das capacidades matemáticas trabalhadas em cada atividade**

<b>ATIVIDADE 1</b>	<b>Capacidades matemáticas trabalhadas</b>
<b>1.1<sup>a</sup></b>	Memorização (designações de figuras geométricas planas); Visualização (2D).
<b>1.2<sup>a</sup></b>	Compreensão do conceito de área; Raciocínio matemático (dedutivo e indutivo); Comunicação matemática.
<b>1.3<sup>a</sup></b>	Perceção visual (2D-3D-2D); Raciocínio dedutivo e comunicação matemática.
<b>1.4<sup>b</sup></b>	Visualização (2D); Compreensão do sistema internacional de unidades; Resolução de problemas (interpretação correta dos dados e resolução coerente com os dados percecionados) e comunicação matemática; Cálculo mental.
<b>1.5<sup>b</sup></b>	Perceção visual (2D-3D-2D); Raciocínio dedutivo e comunicação matemática.
<b>ATIVIDADE 2<sup>c</sup></b>	<b>Capacidades matemáticas trabalhadas</b>
<b>2.1</b>	Discriminação visual; Perceção visual-motora; Compreensão do conceito de reta;
<b>2.2</b>	Discriminação visual; Perceção visual-motora;
<b>2.3</b>	Discriminação visual; Perceção visual-motora; Compreensão do conceito de reflexão; Comunicação matemática.
<b>2.4</b>	Pensamento visual; Raciocínio indutivo e/ou dedutivo;
<b>2.5</b>	Memorização (do procedimento), Visualização (2D), Raciocínio dedutivo Compreensão das propriedades da reflexão (o eixo de reflexão passou a ser eixo de simetria).e Comunicação matemática.
<b>ATIVIDADE 3<sup>b</sup></b>	<b>Capacidades matemáticas trabalhadas</b>
<b>3.1</b>	Discriminação visual; Perceção visual-motora;
<b>3.2</b>	Discriminação visual; Visualização (2D); Perceção visual-motora; Compreensão do conceito de translação; Comunicação matemática.
<b>3.3</b>	Raciocínio indutivo e/ou dedutivo; Compreensão do conceito de replicação e das propriedades da translação. Comunicação matemática.
<b>3.4</b>	Memorização (do procedimento). Discriminação visual; Perceção visual-motora; Visualização (2D).
<b>3.5</b>	Raciocínio dedutivo. Compreensão das propriedades da translação. Comunicação matemática.
<b>3.6</b>	Memorização (do procedimento). Discriminação visual; Visualização (2D) Raciocínio dedutivo e Comunicação matemática.
<b>3.7</b>	Perceção visual-motora; Visualização (2D). (identificar os casos em que esta questão os levou a induzirem o que iria acontecer se efetuassem uma sequência de ações do tipo proposto). Compreensão da reflexão em eixos não necessariamente “verticais” ou “horizontais”.
<b>3.8</b>	Compreensão das propriedades da translação. Raciocínio indutivo e/ou dedutivo. Comunicação matemática.

#### 6.1.3.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS

Durante a realização das tarefas nas sessões exploratórias, observou-se que os alunos A1 e A7 (cf. Apêndice 13 e 19 – registo da observação) ainda não adquiriram o conceito de área, não compreenderam algumas propriedades da reflexão, tendo utilizado o pensamento visual de forma débil, falhando no processo de perceção 2D-3D-2D. Constatou-se ainda que estes alunos foram capazes de apresentar conjecturas (raciocínio indutivo), mas o raciocínio dedutivo e a comunicação matemática eram desestruturados.

<sup>7 a</sup> Tarefas propostas a todos os alunos; <sup>b</sup> Atividade/Tarefas propostas aos alunos A5 e A6; <sup>c</sup> Atividade/Tarefas propostas aos alunos A1, A2, A3, A4 e A7;

Relativamente ao desempenho do aluno A2, observou-se uma boa compreensão do conjunto de conceitos matemáticos inerentes às atividades que realizou, mas uma baixa compreensão de algumas das propriedades da reflexão. O aluno também revelou dificuldades no processo de percepção 2D-3D-2D e, apesar de ter sido capaz de apresentar uma conjectura, foi incapaz de a justificar, mostrando um raciocínio dedutivo pouco estruturado, embora a sua comunicação matemática de caráter expressivo (oral) expusesse o seu pensamento matemático (cf. Apêndice 14 – registo da observação).

O aluno A3 reconheceu as figuras geométricas planas presentes nas atividades, mas igualmente não compreendeu as propriedades da reflexão, mostrou dificuldades com o processo de percepção 2D-3D-2D, em fazer conjecturas e em justificar as suas declarações, o que indicou a presença de um raciocínio dedutivo bastante desestruturado. A sua comunicação matemática também foi bastante desestruturada (cf. Apêndice 15 – registo da observação).

Considerando o registo de observação constante no Apêndice 16 relativo ao desempenho do aluno A4, verifica-se que utilizou nomes de poliedros para se referir a polígonos, no entanto revelou ter boa compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos nas atividades e das propriedades da reflexão. No mesmo âmbito, mostrou dificuldades no pensamento visual, ou seja, não foi capaz de realizar o processo de percepção 2D-3D-2D, bem como não foi capaz de fazer conjecturas, nem justificar as suas declarações, sendo que a sua comunicação matemática foi consistente com o seu desempenho.

No que diz respeito ao desempenho dos alunos A5 e A6 (cf. Apêndice 17 e 18 – registo da observação), estes revelaram uma boa compreensão dos conceitos matemáticos e propriedades intrínsecas às atividades propostas. Ambos exibiram uma comunicação matemática estruturada, bons cálculos mentais e uma boa compreensão do sistema internacional de unidades. No entanto, enquanto que o aluno A5 não mostrou nenhuma dificuldade com o processo de percepção 2D-3D-2D, o aluno A6 demonstrou a capacidade de fazê-la. Ambos os alunos utilizaram adequadamente o raciocínio indutivo, fazendo conjecturas, mas não para testar essas conjecturas. Ambos revelaram ter um raciocínio dedutivo pouco estruturado, embora o aluno A6 tenha mostrado alguma predisposição para a necessidade de se justificar.

#### **6.1.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO PRELIMINAR**

Os resultados obtidos nas sessões exploratórias com o GeoGebra revelaram convergência entre os dados obtidos nas entrevistas e nos PEI dos alunos participantes do estudo preliminar realizado. Em conclusão, e após efetuar-se a triangulação de todos os dados recolhidos, foi possível verificar que as dificuldades que as crianças/jovens com PEA apresentam ao nível da matemática



encontradas nas respostas dos entrevistados, nos PEI e nos questionários (nomeadamente, dificuldades no raciocínio dedutivo, na resolução de problemas, na realização de tarefas que impliquem maior capacidade de abstração e na perceção visual) são as mesmas dificuldades que foram observadas nas sessões de atividades exploratórias.

Podemos, portanto, concluir que os alunos participantes apresentaram um raciocínio matemático pouco estruturado ou nulo, revelando um baixo nível de perceção visual (2D-3D-2D). Descobrimos também que de facto a resolução de problemas que envolvam maior capacidade de abstração e justificação é uma área que carece de ser trabalhada com estes alunos, especialmente no domínio da Geometria e Medida.

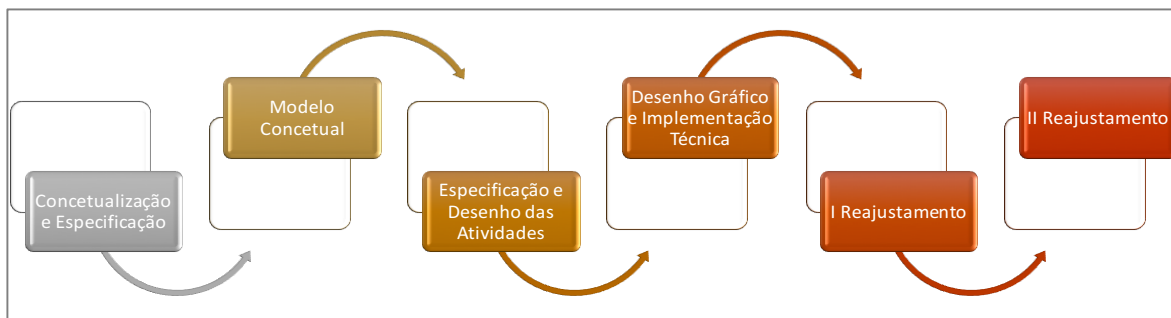
Os resultados aqui obtidos reforçaram a nossa intenção de desenvolver um protótipo de ambiente digital para alunos com PEA, especificamente orientado para promover o desenvolvimento de capacidades matemáticas no domínio da Geometria e Medida. Além disso, estes resultados deram-nos orientações para identificar as principais características e para elaborar o modelo conceptual do protótipo a desenvolver, que serão descritos posteriormente.

Salienta-se ainda que os resultados alcançados no estudo preliminar efetuado foram disseminados na revista *Journal of Autism and Developmental Disorders* através da publicação do artigo intitulado “Brief Report: Preliminary Proposal of a Conceptual Model of a Digital Environment for Developing Mathematical Reasoning in Students with Autism Spectrum Disorders” (<http://link.springer.com/10.1007/s10803-015-2414-9>) (Santos, Breda, & Almeida, 2015a), bem como através da comunicação e publicação do artigo “ICT in the development of math reasoning of students with autismo” nas atas da conferência *Embracing Inclusive Approaches for Children and Youth with Special Education Needs* – Braga 2014 (<http://webs.ie.uminho.pt/e-book/>) (Santos, Breda, & Almeida, 2014) e da comunicação “Especificação do modelo conceptual de uma aplicação para crianças/jovens com PEA promotora do desenvolvimento do raciocínio matemático” apresentada na 2ª Conferência Internacional para a Inclusão. Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 3-5 julho de 2014.

## **6.2 PROCESSO DE PROTOTIPAGEM**

O processo de prototipagem contemplou diferentes fases, conforme ilustrado na Figura 4, tendo sido assegurado por uma equipa multidisciplinar da Linha Temática Geometrix (editores de conteúdo - investigadora, designers e programadores), tal como descrito anteriormente, e contando com a participação de crianças e jovens com PEA nas sessões de teste do protótipo, como também, de outros intervenientes interessados neste processo. Ao longo deste processo, a investigadora foi a

responsável pela conceptualização, autoria, supervisão, revisão e acompanhamento de todas as fases de desenvolvimento do protótipo.



**Figura 4: Processo de prototipagem**

As diferentes fases (conceptualização, especificação, desenho, implementação, iterações, ajustes e revisões) foram operacionalizadas em momentos de reunião e discussão alargados a toda a equipa de trabalho e de teste e avaliação com utilizadores finais (crianças com PEA e professores especialistas).

Portanto, o protótipo desenvolvido foi evoluindo de uma forma modular e as diferentes versões que foram sendo produzidas incorporaram desenvolvimentos ao nível do desenho gráfico, do desenho das atividades matemáticas e da implementação técnica do protótipo, decorrentes da análise dos dados recolhidos nas sessões com os utilizadores finais.

O protótipo de alta fidelidade desenvolvido permitiu a operacionalização do modelo conceptual concebido e permitiu que os utilizadores interagissem com ele e explorassem a sua adequação (Campos, Fonseca, & Gonçalves, 2012).

#### **6.2.1 CONCEPTUALIZAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO (MODELO CONCEPTUAL DO AMBIENTE DIGITAL)**

O processo de conceptualização e especificação do protótipo estruturou-se a partir dos dados recolhidos no estudo preliminar efetuado, nomeadamente, nas entrevistas, nos perfis funcionais dos alunos seleccionados para o estudo e ao longo das sessões de atividades exploratórias. A triangulação destes dados revelou-se fundamental e possibilitou o fornecimento de pistas para efetuar a proposta do modelo conceptual.

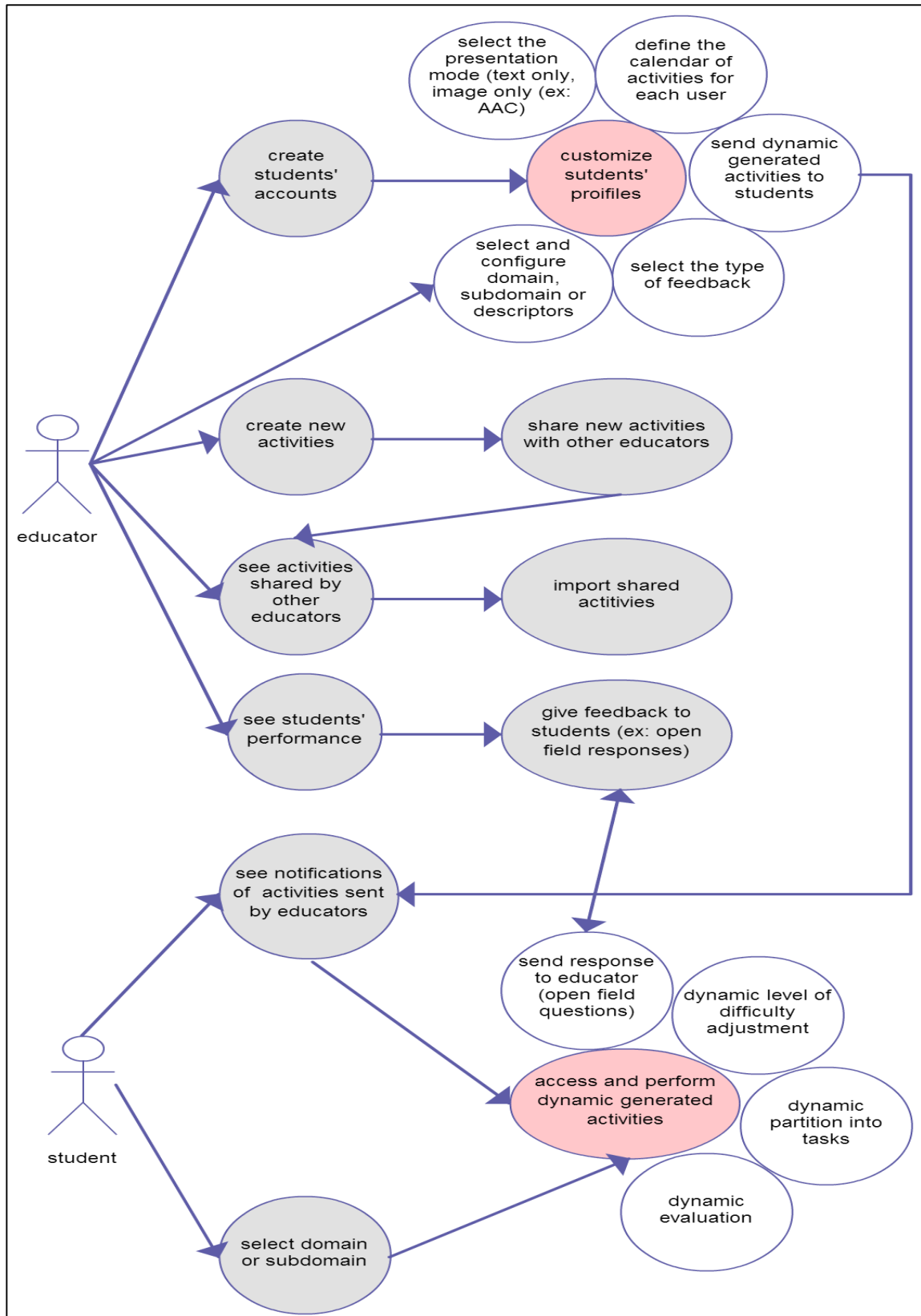
O desenho do modelo conceptual e a especificação do protótipo foram claramente orientados para dar resposta às especificidades e necessidades do público-alvo. Neste sentido, o modelo conceptual do protótipo foi ancorado num diagrama de casos de uso em *Unified Modeling Language* (UML). Esta é uma linguagem gráfica de modelação de sistemas informáticos, permitindo modelar

aspectos dinâmicos dos sistemas, visualizar, especificar, documentar o comportamento de cada elemento (atores, utilizações e dependências) e levantar requisitos.

O Esquema 2 apresenta o modelo conceptual do ambiente digital, cujos principais requisitos estão organizados de acordo com dois perfis de utilizadores: educadores e alunos com PEA.

A descrição dos principais requisitos previstos no modelo conceptual permite uma compreensão mais profunda da sua aplicabilidade em contexto real: cada professor personaliza o perfil de cada aluno, selecciona atividades integradas num domínio e/ou subdomínio da área matemática, cria novas atividades e faz a atribuição das atividades para cada aluno em específico, de acordo com as suas capacidades e nível de desempenho. Em relação ao perfil do utilizador-aluno, este visualiza as atividades lançadas pelo educador e selecciona atividades integradas num domínio e/ou subdomínio da área matemática.

Globalmente, o protótipo deve ser capaz de ajustar o nível de dificuldade das atividades, de acordo com o desempenho do utilizador, criando uma personalização dinâmica do seu perfil, sempre que necessário; deve também permitir a partição de atividades de matemática complexas em tarefas / subtarefas. Também deve ser dado o *feedback* automático sobre as atividades realizadas, bem como as instruções devem ser dinâmicas. A interface deve ser simples, sem elementos distratores, uma vez que estas crianças se distraem facilmente. Uma interface de utilizador bem projetada desempenha um papel crucial no fornecimento de conteúdo, mantendo a atenção do utilizador e interesse no conteúdo, e aumentando a interação deste com as aplicações (Seo & Woo, 2010).



Esquema 2: Modelo Conceptual do Ambiente Digital, *in* Santos, Breda e Almeida (2015)

Na Tabela 14 encontram-se as características principais do protótipo, que decorrem das recomendações e dos pressupostos teóricos estudados no Capítulo 3, nomeadamente o Guia de Acessibilidade de Interfaces com foco em aspetos do Autismo da autoria de Britto e Pizzolato (2016), e do levantamento das necessidades e competências do público-alvo.

**Tabela 14: Características principais definidas para o protótipo**

<b>Caraterísticas principais definidas para o protótipo</b>	
<b>Registo de utilizadores</b>	
- Controlo dos acessos ao sistema (educadores e alunos) por validação de <i>login</i> e <i>password</i>	
<b>Interação com o ambiente gráfico</b>	
- Interface gráfica de manipulação direta de objetos com integração de imagens, sons e animações	
<b>Estrutura principal das interfaces</b>	Interfaces limpa com cores suaves
	Interfaces simples e consistentes com poucos elementos apresentando apenas as funcionalidades e conteúdos necessários para a tarefa atual ser executada pelo utilizador
	Evitar a utilização de elementos distratores ou que interfiram com o foco e atenção e sons explosivos
	Utilizar botões e ícones grandes, e contraste entre fonte-fundo
	Utilizar ícones, imagens e menus compatíveis com o mundo real significativas para os utilizadores
	Utilizar linguagem simples, visual e textual
	Fornecer instruções e orientações claras sobre as tarefas para facilitar a compreensão do conteúdo e da sua linguagem de forma a estimular e motivar o utilizador na interação e aprendizagem matemática
	Fornecer informações em múltiplas representações, tais como, texto, imagem, áudio e vídeo para melhorar a compreensão do conteúdo e do vocabulário, ajudando também os utilizadores a concentrarem-se no conteúdo
	Fornecer navegação simples, intuitiva e consistente, apresentando indicadores de progresso e botões de navegação (sair, voltar, menu, ajuda) em todos os ecrãs
	Permitir que utilizador tenha controlo sobre a execução das tarefas (confirmação e correção das ações)
<b>Personalização</b>	
- Seleção, por parte do educador, de atividades específicas para cada aluno de acordo com o seu perfil de funcionalidade	
- Fornecer opções para personalizar a visualização das informações com imagens, som e texto de acordo com as preferências individuais do utilizador	
<b>Geração dinâmica das atividades</b>	
<b>Feedback</b>	
- Fornecer vários tipos de estruturas de <i>feedback</i> (reforço, explicações e pistas de instrução)	
- Fornecer <i>feedback</i> dinâmico à execução das atividades, confirmando as ações corretas ou alertando sobre possíveis erros com recurso a áudio, texto e imagens para representar a mensagem	
- Após o utilizador não conseguir dar uma resposta correta à terceira tentativa de resolução de uma dada atividade, o sistema permite optar por repetir a atividade ou ver a solução da atividade	
<b>Interações</b>	
- Disponível para dispositivos móveis promovendo interações de tela sensível ao toque	
<b>Recolha e registo de dados sobre o desempenho do utilizador-aluno</b>	

### 6.2.2 ESPECIFICAÇÃO E DESENHO DAS ATIVIDADES MATEMÁTICAS

O processo de especificação e desenho das atividades matemáticas a implementar no protótipo foi realizado com base nos pressupostos teóricos apresentados, nos dados recolhidos no estudo preliminar realizado e de acordo com os perfis funcionais dos quatro estudos de caso selecionados para a presente fase de investigação (A3, A4, A6 e A7), com vista à promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA. Na conceção das atividades

matemáticas também tivemos em consideração o Programa e Metas Curriculares Matemática para o Ensino Básico (Bivar et al., 2013).

Dado que a Geometria e Medida foi o domínio no qual os alunos participantes no estudo preliminar tiveram menor nível de desempenho, o tópico escolhido para as atividades foi o da geometria, considerando que esta desenvolve o conhecimento do mundo real, a sua interpretação e descrição visual sendo o berço privilegiado dos raciocínios lógico-dedutivos. Conforme mencionado por Howse e Howse (2014), a geometria é o campo da matemática que aborda o sentido espacial e o raciocínio geométrico. A compreensão de conceitos e propriedades geométricas através da interação direta com o mundo físico, bem como a análise dos seus atributos, fornecem uma valiosa ajuda no desenvolvimento de capacidades de raciocínio espacial.

Com vista a uma avaliação transversal do protótipo entendeu-se que as atividades a prototipar deveriam ter o seu enfoque em subdomínios geométricos, tais como: figuras geométricas bidimensionais, sólidos geométricos, área e perímetro de figuras planas e isometrias do plano. Assim, a especificação das trinta e duas atividades prototipadas que integraram o protótipo na fase inicial de desenvolvimento foi realizada de forma a favorecer o desenvolvimento do raciocínio matemático e resolução de problemas.

Como as dificuldades matemáticas das crianças com PEA se concentram na "linguagem de matemática" (palavras que descrevem conceitos matemáticos) e problemas de palavras (traduzindo com precisão a linguagem para o problema matemático), ou seja, considerando a baixa capacidade de compreensão destas crianças durante a aprendizagem, o uso de ilustrações simples é imperativo no conteúdo das atividades de aprendizagem. Mais ainda, o estilo de aprendizagem é importante em qualquer ato de aprender, porque as crianças com PEA têm interesses diferentes no estilo de aprendizagem (Banire et al., 2015).

Neste contexto, as atividades de aprendizagem de matemática projetadas para o protótipo induziram o cumprimento dos requisitos funcionais descritos na Tabela 15.

**Tabela 15: Requisitos funcionais das atividades a incorporar no protótipo**

<b>Requisitos funcionais das atividades a incorporar no protótipo</b>
<b>Utilização de linguagem visual e textual simples</b>
- Enunciados das atividades devem ser mais diretos e curtos que os que normalmente seriam utilizados com alunos sem necessidades especiais
- Evitar jargões, erros ortográficos, metáforas e acrônimos; a utilização de termos, expressões, nomes e símbolos familiares ao contexto dos utilizadores
- Ser sucinta, evitar escrever parágrafos longos
- Fornecer várias representações do conteúdo, texto, imagem, áudio e vídeo
<b>Incorporação dos interesses específicos do aluno com PEA nos enunciados do problema matemático</b>
<b>Incorporação de objetos de duas e três dimensões</b>
- Exploração visual das propriedades das formas geométricas para melhor compreensão das relações geométricas

Tabela 15: Continuação

Requisitos funcionais das atividades a incorporar no protótipo
<b>Instruções e <i>feedback</i></b> - Fornecer instruções em áudio - Fornecer <i>feedback</i> dinâmico à execução das atividades, confirmando as ações corretas ou alertando sobre possíveis erros realizado por <i>voice over</i>
<b>Adaptação dinâmica das atividades</b> - Personalização das atividades de acordo com o perfil do utilizador (capacidades, desempenho e interesses)
<b>Aprendizagem de conceitos matemáticos com significado</b> - Fornecer exemplos da vida quotidiana - Fornecer instruções úteis, incluindo definições de conceito, usando marcas para facilitar a leitura - Permitir a partição de atividades de matemática complexas em subtarefas mais simples

Na Tabela 16 apresenta-se a identificação de cada uma das atividades, o subdomínio geométrico e os objetivos de aprendizagem relacionados com as capacidades fundamentais da matemática.

Tabela 16: Atividades matemáticas incorporadas no protótipo






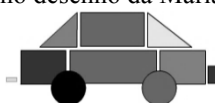
Atividades	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
Subdomínio geométrico / Descritores	
<b>AT 1 – Planificação do cubo</b> A figura abaixo representa a planificação de um cubo.  Esta planificação poderia corresponder a qual destes cubos? 	Associar a planificação do cubo com o cubo correspondente; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Representação:</b> utilizar diversas representações; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da percepção das relações espaciais e da observação e compreensão da ação das transformações geométricas; pensamento visual resultante da: percepção visual 2D-3D-2D e da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.
Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM4 3.13	
<b>AT2 – Identificar figuras geométricas</b> Faz corresponder nome da figura geométrica à respetiva forma. Retângulo <input type="radio"/> <input type="radio"/>  Hexágono <input type="radio"/> <input type="radio"/>  Pentágono <input type="radio"/> <input type="radio"/> 	Identificar figuras geométricas em várias posições; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção da figura-fundo, discriminação e memória visual.
Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.5; 2.6; GM2 2.8	
<b>AT3 – Identificar figuras geométricas</b> Identifica as figuras geométricas presentes no desenho da Maria. 	Identificar figuras geométricas em figuras da vida quotidiana; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção da figura-fundo, discriminação visual, memória visual e constância perceptual.
Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.5; 2.6; GM2 2.8; 2.10	

Tabela 16: Continuação

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT4 – Identificar figuras geométricas</b> Identifica as figuras geométricas estampadas na camisola do Tiago.</p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.5; 2.6; GM2 2.8; 2.10</p>	<p>Identificar figuras geométricas em figuras da vida quotidiana; Capacidades: visualização 2D; memorização; percepção figura- <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção da figura-fundo, discriminação visual, memória visual e constância perceptual.</p>
<p><b>AT5 – Contar triângulos</b> Quantos triângulos existem nesta figura?</p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.6</p>	<p>Identificar e contar todos os triângulos inscritos num triângulo; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da constância perceptual, discriminação visual memória visual; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p><b>AT 6 – Contar retângulos</b> Quantos quadrados/retângulos aparecem nesta figura?</p>  <p>Justifica a tua resposta? Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.6</p>	<p>Identificar e contar todos os retângulos inscritos num retângulo; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da constância perceptual, discriminação visual e memória visual; pensamento visual resultante da exteriorização do pensamento; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p><b>AT 7 – Identificar sólidos geométricos</b> Qual(is) o(s) sólido(s) geométrico(s) representados na figura?</p>  <p>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 3.5</p>	<p>Identificar sólidos geométricos através de representação do mundo real no plano; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e dar sentido ao enunciado; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual e memória visual; pensamento visual resultante da percepção 2D-3D-2D.</p>
<p><b>AT 8 – Planificação do cubo</b> Quais das figuras abaixo representam planificações do cubo.</p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM4 3.13</p>	<p>Associar o cubo com as respetivas planificações; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Representação:</b> utilizar diversas representações; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da percepção das relações espaciais e da observação e compreensão da ação das transformações geométricas; pensamento visual resultante da: percepção visual 2D-3D-2D e da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>



Tabela 16: Continuação

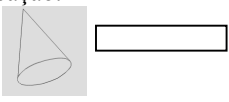



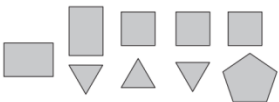
Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 9 – Identificar planificações de sólidos geométricos</b> Observa o sólido. Indica o seu nome e a respetiva planificação.</p>  <p>a)  b)  c) </p> <p>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 3.5</p>	<p>Associar os sólidos geométricos com as respetivas planificações; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Representação:</b> utilizar diversas representações; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da perceção das relações espaciais e memória visual; pensamento visual resultante da: perceção visual 2D-3D-2D e da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p><b>AT 10 – Identificar propriedades de sólidos geométricos</b> Classifica o sólido representado, quanto ao número de faces, arestas e vértices. Faces – Arestas – Vértices –</p> <p>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 3.8; 3.10; 3.12</p>	<p>Identificar vértices, arestas e face de sólidos; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 3D através da perceção das relações espaciais; pensamento visual resultante da perceção visual 3D.</p>
<p><b>AT 11 – Identificar propriedades de sólidos geométricos</b> A Marta planificou um sólido geométrico, usando como faces apenas cinco dos polígonos seguintes.</p>  <p>Assinala com X o nome do sólido geométrico que a Marta planificou. Cilindro   Cubo   Prisma   Pirâmide (prova final 4º ano 2014)</p> <p>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 4.1</p>	<p>Reconhecer prismas e pirâmides por meio das suas propriedades combinatórias; Resolver problemas envolvendo sólidos geométricos e as respetivas planificações; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Representação:</b> utilizar diversas representações; <b>Raciocínio:</b> ligar peças de informação para se chegar a uma solução baseada em: visualização 2D-3D através da perceção das relações espaciais, discriminação visual e memorização visual; pensamento visual resultante da perceção 2D-3D e manipulação mental de imagens; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p><b>AT 12 – Relacionar propriedades de sólidos geométricos</b> O Rui tem 13 palhinhas para construir um sólido geométrico. O Rui conseguirá construir um sólido com todas as palhinhas?</p> <p>Justifica a tua resposta. (adaptado prova de aferição 2013)</p> <p>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 3.1; 3.2</p>	<p>Reconhecer propriedades geométricas dos sólidos através das suas relações espaciais; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Representação:</b> utilizar diversas representações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da relações especiais, discriminação visual e memória visual; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D-3D, manipulação mental de imagens e exteriorização do pensamento; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>

Tabela 16: Continuação


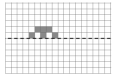
Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 13 – Relacionar propriedades de sólidos geométricos</b>            Quantas palhinhas são precisas para fazer um novo prisma/pirâmide com base igual à da figura abaixo ilustrada? Explica como chegaste à tua resposta.            Nota: Aparecer aleatoriamente prisma ou pirâmide.</p>  <p>Justifica a tua resposta.  <b>Subdomínio/descriptores: sólidos geométricos – GM6 3.1; 4.1</b></p>	<p>Reconhecer propriedades geométricas dos sólidos através das suas relações espaciais, explicando o raciocínio matemático que conduziu à conclusão;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações;  <b>Representação:</b> utilizar diversas representações;  <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da relações especiais, discriminação visual e memória visual; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D-3D, manipulação mental de imagens e exteriorização do pensamento;  <b>EERP:</b> Elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida.</p>
<p><b>AT 14 – Distinguir entre polígonos e poliedros</b>            Clica sobre as figuras geométricas que representam polígonos/poliedros.</p> <p><b>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM2 2.9; GM6 2.1; 2.2; 3.6</b></p>	<p>Distinguir entre polígonos e poliedros;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Representação:</b> criar representações matemáticas 2D de objetos 3D  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D e 3D através da discriminação visual; pensamento visual resultante da: perceção visual 2D e 3D.</p>
<p><b>AT 15 – Desenhar figuras refletidas num eixo</b>            Completa o desenho, considerando que a linha tracejada é um eixo de simetria de reflexão.</p>  <p>Clica sobre as quadrículas de forma a obteres o simétrico das figuras.  <b>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM2 2.12;</b></p>	<p>Completar figuras planas de modo que fiquem simétricas relativamente a um eixo;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da coordenação visual-motora, perceção da posição no espaço e compreensão da ação de uma transformação geométrica.</p>
<p><b>AT 16 – Visualizar dobragens 1</b>            O Daniel dobrou (x) vezes uma folha de papel, como mostra o vídeo abaixo.</p> <p>Em quantas partes ficará dividida a folha quando a desdobrares?            Justifica a tua resposta.</p> <p><b>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM3 2.8</b></p>	<p>Realizar pensamento visual explicando o raciocínio matemático por detrás da conclusão;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens, dar sentido ao enunciado e animação e expressar explicações;  <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático  <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da perceção das relações especiais; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D-3D, manipulação mental de imagens e exteriorização do pensamento;  <b>EERP:</b> Elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida.</p>

Tabela 16: Continuação




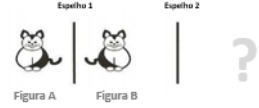

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 17 – Visualizar dobragens 2</b> O Martim dobrou uma folha de papel duas vezes e fez um furo com o furador. Quando desdobrou a folha de papel, o Martin obteve uma das seguintes situações. Qual?</p> <p>A)                      B)                      C)</p> <p>Justifica a tua opção. (adaptado da prova de aferição de matemática, 1º ciclo, 2003)</p> <p><b>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM3 2.8</b></p>	<p>Realizar pensamento visual explicando o raciocínio matemático por detrás da conclusão; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens, dar sentido ao enunciado e animação e expressar explicações; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da perceção das relações especiais; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D-3D, manipulação mental de imagens e exteriorização do pensamento; <b>EERP:</b> Elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida.</p>
<p><b>AT 18 – Identificar transformações geométricas</b> Observa o que acontece...</p>  <p>Indica qual a transformação geométrica/isometria que observaste. a) Translação b) Rotação c) Reflexão</p> <p><b>Subdomínio/descriptores: isometrias do plano – GM6 9.20; 9.24</b></p>	<p>Identificar isometrias do plano: rotação, translação e reflexão; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da observação e compreensão da ação de uma transformação geométrica.</p>
<p><b>AT 19 – Resolver problemas – propriedades das isometrias no plano</b> Observa as reflexões da figura relativamente aos eixos de simetria representados.</p>  <p>Qual das figuras seguintes pode ser a imagem refletida em falta?</p>  <p><b>Subdomínio/descriptores: isometrias do plano – GM6 10.1</b></p>	<p>Resolver problemas envolvendo as propriedades das isometrias no plano; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual e compreensão da ação de uma transformação geométrica.</p>
<p><b>AT 20 – Resolver problemas – propriedades das isometrias no plano</b> Se fizermos primeiro uma reflexão da figura A em relação ao espelho 1, obtemos a figura B.</p>  <p>Qual a figura obtida ao refletir no espelho 2?</p>  <p><b>Subdomínio/descriptores: isometrias do plano – GM6 10.1</b></p>	<p>Resolver problemas envolvendo a composição de reflexões em eixos paralelos; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual e compreensão da ação de uma transformação geométrica; pensamento visual resultante da perceção visual 2D e da manipulação mental de imagens; <b>EERP:</b> Elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida.</p>

Tabela 16: Continuação

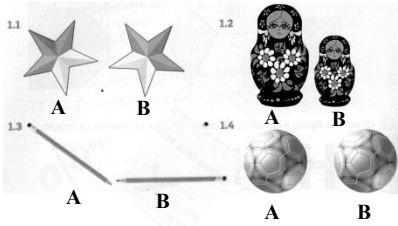
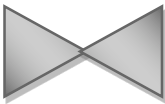
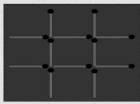

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 21 – Identificar isometrias</b> A figura B foi obtida da figura A por uma transformação geométrica. Clica nos pares de figuras que foram obtidas por isometrias.</p> 	<p>Identificar isometrias do plano entre pares de figuras equivalentes por isometrias e por semelhanças; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da perceção da posição no espaço e, observação e compreensão da ação de uma transformação geométrica; e, pensamento visual resultante da exteriorização do pensamento.</p>
<p>Justifica a tua resposta. Subdomínio/descriptores: isometrias do plano – GM6 9.2</p> <p><b>AT 22 – Resolver problemas – transformações geométricas</b> Perante uma mesma figura, o Miguel e a Carla chegaram a conclusões diferentes....</p>  <p>“A figura tem simetria axial!” “A figura tem simetria rotacional!”</p> <p>Qual dos dois amigos tem razão? Justifica a tua resposta. Subdomínio/descriptores: isometrias do plano – GM6 9.2</p>	<p>Resolver problemas envolvendo figuras com simetrias de rotação e de reflexão axial; <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D-3D através da discriminação visual, memória visual, perceção da posição no espaço e compreensão da ação de uma transformação geométrica; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D, manipulação mental de imagens e da exteriorização do pensamento.</p>
<p><b>AT 23 – Recompôr figuras geométricas</b> A figura seguinte é formada por 12 fósforos. Modifica a posição de 3 fósforos de forma a obteres 3 quadrados.</p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas</p>	<p>Decomposição e composição de figuras no plano; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da coordenação visual-motora e constância percetual; e pensamento visual resultante da perceção visual 2D e da manipulação mental de imagens; <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p><b>AT 24 – Calcular áreas (Nível 1)</b> Qual a área da figura, tendo como unidade de medida a figura A?</p>  <p>Subdomínio/descriptores: áreas GM2 4.2</p>	<p>Encontrar áreas de figuras utilizando as respetivas medidas, fixada uma mesma unidade de área. <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da constância percetual, perceção da posição do espaço e discriminação visual; e pensamento visual resultante da perceção visual 2D e da construção de relações entre imagens; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área.</p>

Tabela 16: Continuação

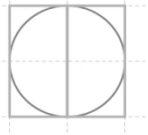
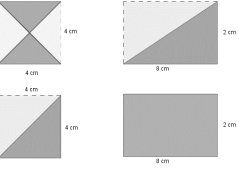
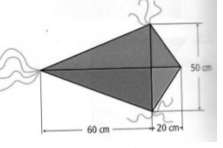
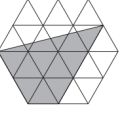


Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 25 – Comparar áreas (Nível 2)</b> Tomando como unidade de medida a quadricula, Qual é a área do quadrado e a do círculo?</p>  <p>Subdomínio/descriptores: áreas GM2 3.1; 4.2</p>	<p>Comparar áreas de figuras utilizando uma grelha quadrangular; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar justificações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual; e pensamento visual resultante da percepção visual 2D e da exteriorização do pensamento; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área.</p>
<p><b>AT 26 – Calcular áreas (Nível 3)</b> Pretende-se semear relva num jardim como o da figura,</p>  <p>Qual a medida em (dam<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>, dm<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup>) da área do jardim? Subdomínio/descriptores: áreas GM3 3.2; GM5 4.6; 5.1</p>	<p>Encontrar a área de um retângulo / triângulo em unidades quadradas multiplicando o comprimento pela largura / metade deste, envolvendo a conversão de unidades; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual e percepção das relações espaciais; e, pensamento visual resultante da percepção visual 2D; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>
<p><b>AT 27 – Resolver problemas áreas (Nível 3)</b> O João e a Maria estão a construir um papagaio de papel. Que quantidade de papel de cada cor vão necessitar?</p>  <p>Subdomínio/descriptores: áreas GM5 4.6; 5.1</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o cálculo de áreas de retângulos e triângulos por decomposição dada uma figura; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da constância perceptual, memorização visual e discriminação visual; e, pensamento visual resultante da percepção visual 2D e construção de relações entre imagens; <b>EERP:</b> ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>
<p><b>AT 28 – Resolver problemas – Áreas (Nível 4)</b> O hexágono regular representado na Figura está dividido em 24 triângulos equiláteros. Tomando por unidade de medida a área de um desses triângulos, a área da região sombreada é 11. Porquê?</p>  <p>(adaptado prova final 6º ano 2014) Subdomínio/descriptores: áreas GM5 5.1</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o cálculo de áreas de figuras planas. <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar justificações; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção figura-fundo, discriminação visual e percepção das relações espaciais; e pensamento visual resultante da percepção visual 2D, construção de relações entre imagens e da exteriorização do pensamento; <b>EERP:</b> ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área.</p>

Tabela 16: Continuação

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>AT 29 – Perímetro de figuras planas</b> Será que 2,5m de rede é suficiente para vedar o canteiro retangular da Dona Maria?</p>  <p>Explica a tua resposta. Subdomínio/descriptores: <b>perímetro</b> GM2 3.4; GM3 3.2</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o perímetro de um polígono; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar justificações; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual; e pensamento visual resultante da perceção visual 2D e da exteriorização do pensamento; <b>EERP:</b> elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de perímetro, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>
<p><b>AT 30 – Perímetro de figuras planas (Nível 1)</b> A Inês pretende contornar com um fio o cartão que lhe deram no Museu do Automóvel.</p>  <p>Qual é a medida de comprimento mínima que o fio pode ter? Subdomínio/descriptores: <b>perímetro</b> GM2 3.4; GM3 3.2</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o perímetro de um polígono; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da memorização visual; e pensamento visual resultante da perceção visual 2D; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de perímetro, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>
<p><b>AT 31 – Perímetro de figuras planas (Nível 2)</b> O Tomás quer vedar o Geobol, dando 2 voltas completas com a rede. Quantos metros de rede são precisos para vedar este campo?</p> <p>Justifica a tua resposta.</p> <p>Subdomínio/descriptores: <b>perímetro</b> GM2 3.4; 9.2; GM6 6.1</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o perímetro de um polígono, explicando o raciocínio matemático por detrás da conclusão; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da memorização visual; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D, e exteriorização do pensamento; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de perímetro, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>
<p><b>AT 32 – Perímetro de figuras planas (Nível 3)</b> O campo de futebol foi dividido em quadrados A, B e C. B e C são geometricamente iguais e cada um dos seus lados mede 5 metros.</p>  <p>Determina o perímetro, em centímetros, do retângulo formado pelos quadrados A, B e C. Explica como chegaste à tua resposta. Subdomínio/descriptores: <b>perímetro</b> GM2 3.4; 9.2; GM6 6.1</p>	<p>Resolver problemas envolvendo o perímetro de um polígono, explicando o raciocínio matemático por detrás da conclusão; <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler, decodificar imagens e expressar explicações; <b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático; <b>Raciocínio/Argumento:</b> oferecer uma justificação para os processos e procedimentos para determinar a solução baseada em: visualização 2D através da perceção figura-fundo, perceção das relações espaciais e discriminação visual; e, pensamento visual resultante da perceção visual 2D, construção de relações entre imagens e exteriorização do pensamento; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de perímetro, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>



### 6.2.3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Vários estudos descrevem o desenvolvimento de ambientes de apoio a crianças com dificuldades de aprendizagem (Banire et al., 2015; Hulusic & Pistoljevic, 2012). Alguns dos componentes considerados nos estudos supracitados centram-se no apoio ao processo de motivação, satisfação e atenção, sendo estas as três áreas fundamentais para a aprendizagem de crianças com PEA. De salientar que a atenção é área primordial a ser trabalhada devido ao défice de atenção identificado nestas crianças (Tomchek & Dunn, 2007).

Na conceção de um ambiente digital de aprendizagem devem ser considerados os estilos de aprendizagem do público-alvo, a capacidade de processamento das informações, a cognição, a motivação, a satisfação, a atenção, a memória e o raciocínio lógico.

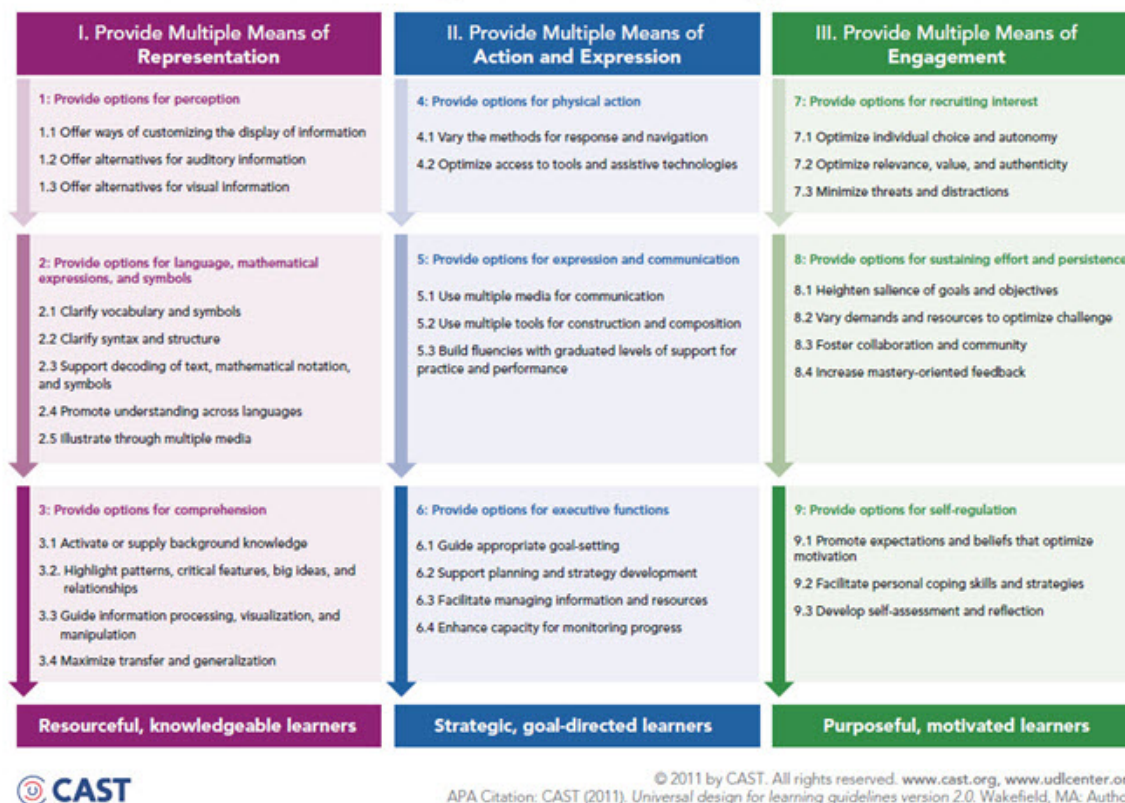
O desenvolvimento do protótipo do ambiente digital *Learning Environment on Mathematics for Autistic Children* (LEMA) foi realizado numa abordagem de produção paralela das dimensões de conteúdo, gráfica e implementação técnica do protótipo, durante a qual ocorreram momentos de revisão e reajustes, com vista à incorporação de funcionalidades que vão ao encontro das necessidades e especificidades do público-alvo no contexto da aprendizagem matemática.

A fase de desenvolvimento do protótipo integrou sessões de *brainstorming*, onde os membros da equipa multidisciplinar da Linha Temática Geometrix do CIDMA, juntamente com outras partes interessadas, exploraram abordagens inovadoras para serem incorporadas no protótipo. O processo de desenho gráfico e de implementação técnica foi orientado com base nos requisitos e recomendações dadas ao longo do Capítulo 3 para o desenvolvimento de aplicações de apoio a crianças e jovens com PEA, na listagem das características principais definidas para o ambiente digital (cf. Tabela 14), na listagem dos requisitos funcionais para as atividades matemáticas no sentido de desenvolver capacidades matemáticas em alunos com PEA (cf. Tabela 15) e nos princípios de desenho universal para a aprendizagem (Rose, Meyer, Strangman, & Rappolt, 2002).

O desenho universal para a aprendizagem tem as suas raízes nos princípios da arquitetura do design universal, que afirma que o projeto de produtos, ambientes, programas e serviços devem ser utilizados por todas as pessoas na medida do possível, sem a necessidade de adaptação ou desenho especializado. Esta é uma abordagem para lidar com a diversidade das necessidades dos alunos, sugerindo metas flexíveis, métodos, materiais e processos de avaliação que permitam aos educadores atender às necessidades de cada aluno. É uma abordagem cujo objetivo é que todos os alunos tenham as mesmas oportunidades de aprender (Rose, Meyer, Strangman, & Rappolt, 2002; Watkins, 2014).

O quadro do desenho universal para a aprendizagem (cf. Figura 5) incorpora o design flexível de cenários com opções personalizáveis, que permitem que todos os alunos tenham acesso ao progresso das suas aprendizagens individuais. Por sua vez, este é orientado por três princípios: (1) proporcionar métodos múltiplos e flexíveis de apresentação para dar aos alunos com diferentes

estilos de aprendizagem diversas formas de aquisição de informação e conhecimento; (2) proporcionar meios múltiplos e flexíveis de expressão para fornecer aos alunos diversas alternativas para demonstrar o que aprenderam; e (3) proporcionar meios de envolvimento múltiplos e flexíveis para tocar em diversos interesses dos alunos, a fim de desafiá-los de forma adequada, e motivá-los a aprender (Ribeiro, Almeida, & Moreira, 2011; D. Rose et al., 2002; Watkins, 2014).



**Figura 5: Quadro do desenho universal para a aprendizagem**

Inicialmente, a abordagem supracitada levou à construção de um protótipo de baixa fidelidade composto por *mock-ups* dos *templates* das atividades especificadas anteriormente, de forma a apresentarmos visualmente a funcionalidade dos ecrãs das atividades, tal como podemos observar nas figuras 6 e 7, seguida do desenho gráfico e execução técnica do protótipo do LEMA. A Figura 6 ilustra uma representação do *mock-up* genérico do protótipo do LEMA, no qual são destacadas algumas das principais características.



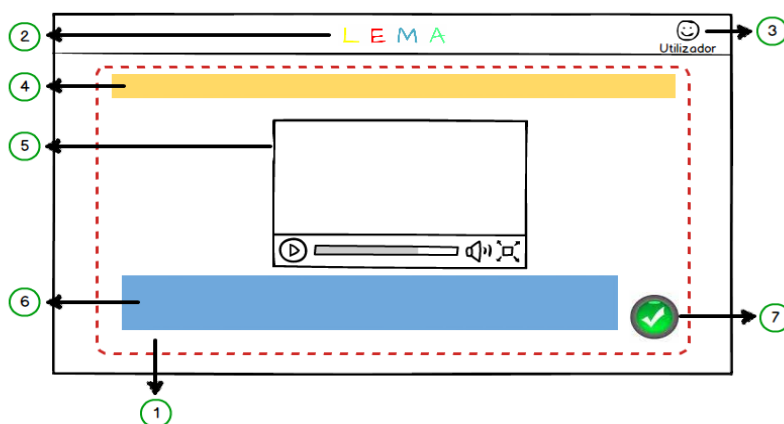


Figura 6: *Mock-up* genérico do protótipo LEMA

Como podemos observar na figura 6, as características principais do *mock-up* genérico do protótipo são: (1) design da interface simples; (2) nome do ambiente digital de aprendizagem; (3) personalização do utilizador; (4) instruções do enunciado simplificadas; (5) multimédia; (6) campo aberto, onde os utilizadores colocam a sua resposta; (7) *feedback*.

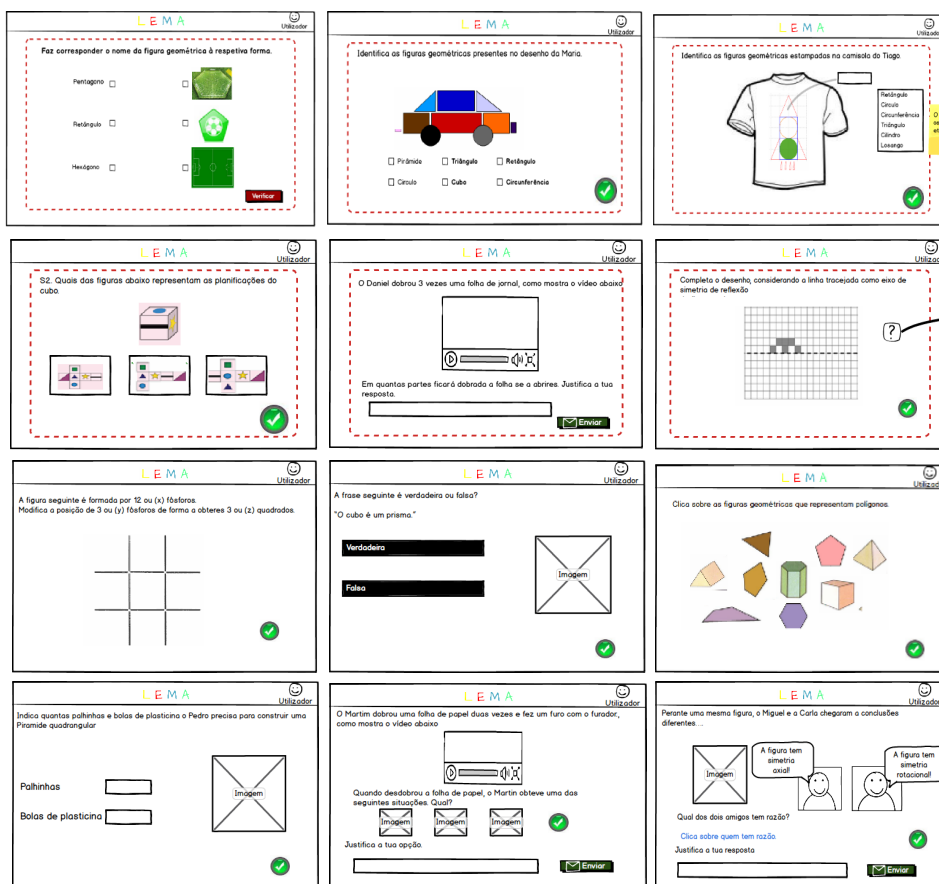


Figura 7: *Mock-ups* dos templates das atividades especificadas

A fim de tornar o ambiente digital acessível através de múltiplas plataformas, o protótipo do LEMA foi desenvolvido baseado na web de acordo com padrões recentes como uma aplicação do HTML5, CSS e Javascript, a fim de poder ser utilizado em diversos dispositivos tecnológicos. A execução técnica do protótipo, nas suas várias versões, foi feita no sentido de dar resposta aos requisitos acima mencionados, a fim de atender às necessidades dos utilizadores com PEA.

#### 6.2.3.1 IDENTIDADE VISUAL DO PROTÓTIPO

Na procura de nomearmos o protótipo do ambiente digital de aprendizagem matemática para crianças com PEA, numa reunião de *brainstorming*, chegamos à terminologia do acrónimo português LEMA, cuja tradução em inglês faz jus ao propósito do protótipo desenvolvido, *Learning Environment on Mathematics for Autistic children*.

A imagem gráfica da identidade visual do protótipo (cf. Figura 8) é representada pelo seu acrónimo, o qual sintetiza o nome do ambiente digital, sendo que esta imagem forneceu as bases para o desenho das interfaces gráficas e dos restantes elementos.



**Figura 8: Imagem da identidade visual – logotipo**

#### 6.2.3.2 DESENHO GRÁFICO DAS INTERFACES

O desenho gráfico das interfaces do utilizador tem como objetivo tornar a interação do utilizador o mais simples e eficiente possível e deve equilibrar a funcionalidade técnicas e os elementos visuais para criar um sistema que não é apenas operacional, mas também útil e adaptável às necessidades dos utilizadores (Campos et al., 2012)

Considerando os requisitos e recomendações já expostos para ambientes digitais para crianças e jovens com PEA, e na procura de desenvolver soluções capazes de dar resposta a estes utilizadores, o desenho das interfaces gráficas decorreram a partir dos *mock-ups* dos templates construídos para cada ecrã das atividades do protótipo a desenvolver. A construção destes *mock-ups* foi orientado pelos seguintes requisitos: ecrãs simples, exclusão de elementos de distração, minimização da quantidade de informação nos ecrãs, cores suaves e foco de atenção nos elementos relevantes para a resolução das atividades matemáticas.

Importa referir que as soluções de design foram sendo apresentadas, experimentadas e validadas, num processo evolutivo e multidisciplinar ao longo das várias fases de reajustamento do protótipo, como veremos na extensão do presente documento. Neste sentido, as interfaces gráficas apresentadas nesta secção respeitam a uma primeira versão, tendo sido posteriormente reajustadas conforme apresentado nas secções 6.3.2 (cf. Página 158) e 6.3.4 (cf. Página 239).

Neste contexto, o processo de implementação técnica de cada uma das atividades integrou a estruturação e programação das funções de manipulação direta de itens visuais, nomeadamente: seleção de itens, entrada de dados (simples ou para justificar a resposta), ligação de itens, itens arrastáveis, clicar sobre itens e observação de vídeos (cf. Figura 9 a 15).

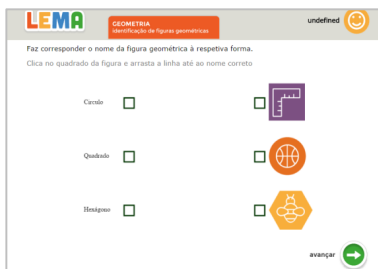
De uma forma sucinta, podemos dizer que a interface da primeira versão do protótipo do LEMA foi projetada num cenário minimalista, com poucos itens no ecrã, instruções simplificadas dos enunciados, interface clara com cores suaves, sem elementos distratores ou imagens de fundo e uso de botões e ícones que se destacam claramente dos outros elementos (cf. Figura 9 a 15).



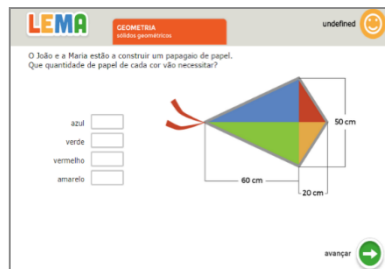
**Figura 9: Ecrã inicial – 1ª versão LEMA**



**Figura 10: Seleção de itens**



**Figura 11: Ligação de itens**



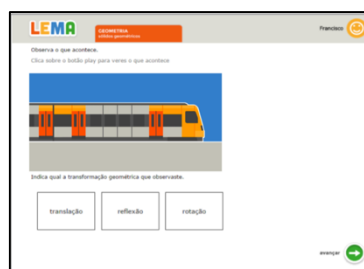
**Figura 12: Entrada de dados**



**Figura 13: Itens arrastáveis**

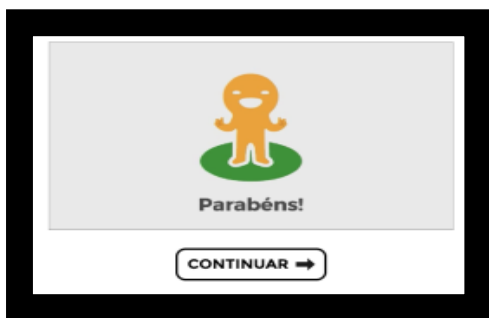


**Figura 14: Itens clicáveis**



**Figura 15: Observação de vídeos e seleção de item**

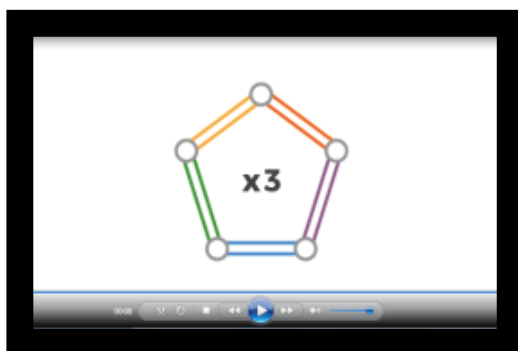
Para além da ilustração simples e cuidada dos *layouts* de cada atividade, foram também incorporados *feedbacks* de reforço automáticos com animações visuais e sonoras (cf. Figura 16 e 17) e em algumas atividades incorporaram-se *feedbacks* tutoriais (cf. Figura 18). Os *feedbacks*, principalmente o tutorial, são estratégias-chave para crianças com PEA para melhorar a sua precisão matemática de resolução de problemas e completar problemas mais complexos de forma autónoma (Delmolino, Hansford, Bamond, Fiske, & LaRue, 2013).



**Figura 16: Ecrã *feedback* positivo – 1ª versão LEMA**



**Figura 17: Ecrã *feedback* negativo – 1ª versão LEMA**



**Figura 18: *Feedback* tutorial – 1ª versão LEMA**

De salientar que o processo de especificação, desenho das atividades matemáticas e implementação da primeira versão do protótipo do LEMA foi disseminado através da publicação do artigo intitulado “Design approach of mathematics learning activities in a digital environment for children with autism spectrum disorders” na revista *Educational Technology Research and Development* (<https://doi.org/10.1007/s11423-017-9525-2>), considerando os resultados obtidos no estudo preliminar realizado, as dificuldades matemáticas com que os alunos com esta perturbação se deparam e a revisão de literatura efetuada (Santos, Breda, & Almeida, 2017). A apresentação e discussão destes resultados também foi divulgado através da comunicação e publicação do artigo intitulado “Ambiente Digital de Aprendizagem promotor do desenvolvimento do Raciocínio Matemático em alunos com Perturbações do Espectro do Autismo” nas atas da IX Conferência

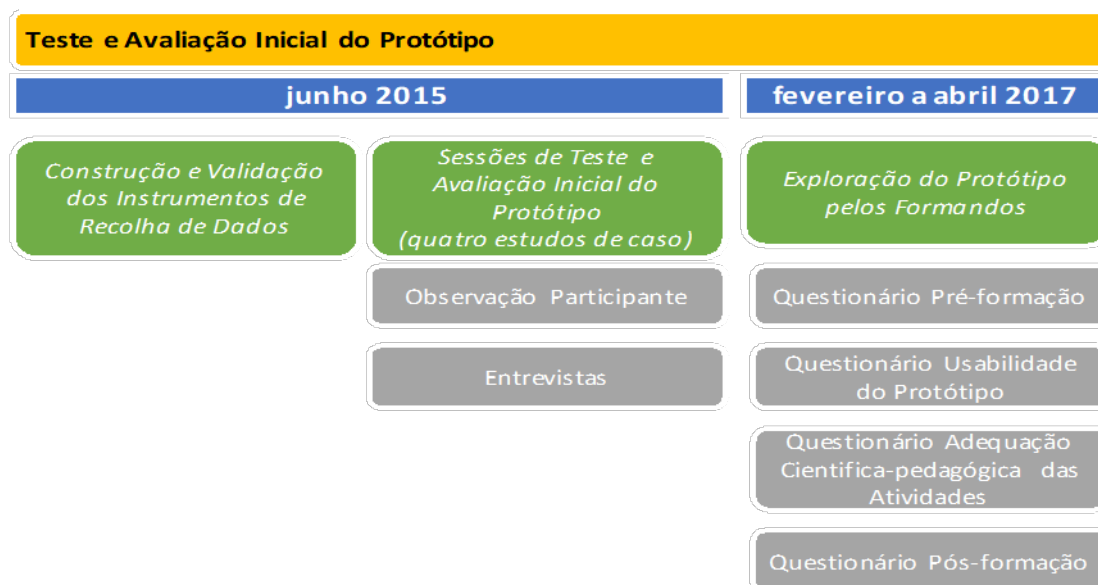
Internacional de TIC na Educação – Challenges 2015 Meio Século de TIC na Educação ([https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18147/1/atas\\_challenges\\_2015.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18147/1/atas_challenges_2015.pdf)) (Santos, Breda, & Almeida, 2015b).

### 6.3 PROCESSO DE VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO DO AMBIENTE DIGITAL LEMA

Com o intuito de testar o protótipo desenvolvido com utilizadores finais procedeu-se à realização de sessões de teste e avaliação no contexto escolar dos quatro casos de estudo dos alunos com PEA selecionados e com os professores de educação especial que os acompanham. Posteriormente, com a realização da ação de formação “Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA” procedeu-se a uma avaliação do protótipo com profissionais que trabalham com crianças e jovens com esta problemática, com vista a recolher dados que pudessem também sustentar a viabilidade e credibilidade do protótipo desenvolvido.

A proposta para a realização da ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo desenvolvido veio reestruturar o processo de avaliação e validação do protótipo inicialmente previsto. Inicialmente, o desenho metodológico previa apenas a fase de teste e avaliação inicial e o estudo do impacto do protótipo desenvolvido. No entanto, a dinamização das duas edições da ação de formação permitiu recolher dados adicionais e consequente enriquecimento da investigação realizada.

O esquema seguinte é elucidativo dos momentos principais do teste e avaliação do protótipo já referidos, bem como, a sua calendarização ao longo da presente investigação (cf. Esquema 3).



Esquema 3: Momentos principais do teste e avaliação do protótipo

### **6.3.1 SESSÕES DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO**

O teste e avaliação inicial da primeira versão do protótipo do ambiente digital LEMA teve como objetivo averiguar a adequação científico-pedagógica das atividades prototipadas e a usabilidade da interface, com ênfase na avaliação dos níveis de flexibilidade e adaptação da interface tendo em conta as especificidades dos utilizadores finais.

Importa aqui relembrar que para esta fase da investigação foram selecionados quatro dos sete alunos do estudo preliminar (A3, A4, A6 e A7).

As sessões de teste e avaliação inicial do protótipo LEMA decorreram no agrupamento de escolas de referência para alunos com PEA do concelho de Aveiro e foram realizadas em quatro sessões: uma sessão com cada um dos alunos participantes. As diferentes sessões foram realizadas numa sala com cada aluno, contando com a presença da professora de educação especial e dos observadores.

O registo do processo de interação com o protótipo LEMA foi realizado com recurso a uma grelha de observação. No final de cada sessão foi realizada uma entrevista semiestruturada às professoras de educação especial que acompanhou cada aluno durante a aferição do protótipo.

#### **(a) Observação**

A sessão de teste e avaliação inicial do protótipo LEMA foi observada na íntegra pela investigadora e por um membro da equipa da Linha Temática Geometrix que apoiou a investigadora nesta recolha de dados. Para a recolha de dados foi criada uma grelha de observação tendo em conta a proposta de Almeida (2006), de acordo com Vieira e Pereira (1996).

A observação realizada foi do tipo direta e participante, já que os observadores foram envolvidos no contexto dos participantes, interagindo com os alunos nos momentos pré e possessões e participando nas sessões de aferição do protótipo, ainda que de uma forma indireta, uma vez que coube às professoras de educação especial que acompanham cada aluno assumir a função de guia durante a utilização do protótipo do LEMA.

Importa referir que as professoras acompanhantes antes das sessões de teste e avaliação do protótipo receberam formação sobre as funcionalidades básicas de que o protótipo dispunha naquele momento.

A validação da grelha de observação foi realizada através da avaliação de especialistas da área. A grelha de observação criada para o já referido efeito, para além da identificação do aluno, do acompanhante e observador, data, local e duração da sessão, foi organizada em sete campos: capacidade de interação e execução das atividades, empatia com o protótipo do LEMA e reação perante o *feedback* de reforço/tutorial, ocorrência de interrupções, desistências e erros do sistema, e por fim, dois campos abertos para o registo dos comportamentos e atitudes observadas durante a

sessão e outros registos. A grelha de observação encontra-se disponível no Apêndice 20 e nos Apêndice 21 a 24 encontra-se o registo das anotações realizadas durante as sessões de teste e avaliação inicial do protótipo dos quatro casos de estudo seleccionados.

Na Tabela 17 estão listados os principais dados a recolher nas grelhas de observação e os objetivos a eles associados.

**Tabela 17: Principais dados recolhidos nas grelhas de observação das sessões de teste e avaliação inicial do protótipo LEMA**

<b>Principais dados recolhidos nas grelhas de observação das sessões de teste e avaliação inicial do protótipo LEMA</b>
<b>Campos introdutórios</b> - identificação do aluno, do professor acompanhante e observador - data, local e duração da sessão (hora de início e fim)
<b>Campo interação execução das tarefas/atividades</b> - avaliar a capacidade de interação e execução da tarefa ( <i>login</i> ) e das 11 atividades propostas para cada aluno, de acordo com as seis categorias de registo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sem ajuda, com total facilidade e autonomia;</li> <li>▪ sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia;</li> <li>▪ com ajuda verbal;</li> <li>▪ com ajuda física;</li> <li>▪ com total incapacidade de execução;</li> <li>▪ não executa a tarefa durante a aferição;</li> </ul>
<b>Campo empatia com o protótipo LEMA</b> - avaliar os níveis de motivação/satisfação e distração/cansaço dos alunos perante a execução da tarefa ( <i>login</i> ) e das 11 atividades propostas para cada aluno e perante os <i>feedbacks</i> reforço/tutorial, de acordo com as seguintes categorias de registo: <u>Níveis de satisfação/motivação:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ muita motivação e satisfação;</li> <li>▪ alguma motivação e satisfação;</li> <li>▪ nenhuma motivação e satisfação;</li> </ul> <u>Níveis de cansaço/distração:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ muita cansaço ou distração;</li> <li>▪ algum cansaço ou distração;</li> <li>▪ nenhum cansaço ou distração;</li> </ul>
<b>Campo das comunicações</b> - ocorrência de verbalizações (escala de exclusão sim, não); - momento em que houve verbalização; - verbalizações do aluno
<b>Campo das interrupções/desistências</b> - ocorrência da interrupção (escala de exclusão sim, não) - momento em que a interrupção/desistência ocorreu - motivos para a interrupção/ desistência
<b>Campo dos erros do sistema</b> - ocorrência da erros do sistema (escala de exclusão sim, não) - momento em que os erros ocorreram - motivos para a ocorrência de erros do sistema
<b>Campo dos outros registos</b> - descrição e caracterização do comportamento do aluno no início da sessão [campo aberto]; - descrição e caracterização do comportamento do aluno durante a sessão [campo aberto]; - descrição e caracterização do comportamento do aluno no fim da sessão [campo aberto]; - campo aberto final para outros registos

### (b) Entrevistas às professoras de educação especial

Complementarmente às sessões acima descritas, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas às professoras de educação especial que acompanharam os alunos durante a aferição. Estas entrevistas tiveram como objetivos: a recolha de dados adicionais acerca da experiência na utilização do LEMA; a recolha de informação que permitiu averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas; a compreensão da forma como o LEMA pode apoiar os alunos com PEA no processo de ensino e de aprendizagem da matemática, em particular no tópico da Geometria; a recolha da opinião dos professores acerca da utilização do LEMA no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos, no sentido da promoção do desenvolvimento de capacidades matemáticas, nomeadamente, a capacidade do raciocínio matemático.

Todas as entrevistas foram individuais e registadas em áudio. O guião da entrevista (cf. [Apêndice 25](#)) foi organizado em cinco campos principais relacionados com aspetos conceptuais e funcionais da utilização do LEMA, em particular no que respeita ao desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças/jovens com PEA. Na Tabela 18 encontram-se sintetizados os tópicos principais das questões abordadas.

**Tabela 18: Entrevista aos professores de educação especial, tópicos do guião de entrevista**

<b>Entrevista aos professores de educação especial</b>
Caraterização do ambiente digital LEMA
Facilidade de utilização, estrutura e navegação
Utilização do ambiente digital LEMA por parte dos alunos
Adequação às necessidades e especificidades das PEA;
Interface e funcionalidade (quantidade de informação, ambiente gráfico, organização dos ecrã, linguagem utilizada);
Desenvolvimento do raciocínio matemático
Interesse, utilidade e importância;
Estruturação das atividades;
Estratégias para a promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático;
Síntese final
Importância do desenvolvimento de ambientes digitais desta natureza;
Síntese das mais valias e fragilidades do sistema;
Reestruturação do ambiente digital;
Perspetivas futuras de utilização.

#### 6.3.1.1 OBJETIVOS DO TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO

A fim de avaliar a adequação científico-pedagógica das atividades prototipadas com enfoque no desenvolvimento do raciocínio matemático e na usabilidade da interface, foram selecionadas, do total de 32 atividades disponíveis na primeira versão do protótipo do LEMA, 11 atividades matemáticas para cada aluno, de acordo com o seu perfil funcional e as capacidades subjacentes ao raciocínio matemático a desenvolver, perfazendo um total de 44 tarefas realizadas.



Na Tabela 19 indicam-se as atividades matemáticas realizadas por cada aluno/participante durante a sessão de teste e avaliação inicial do protótipo do LEMA.

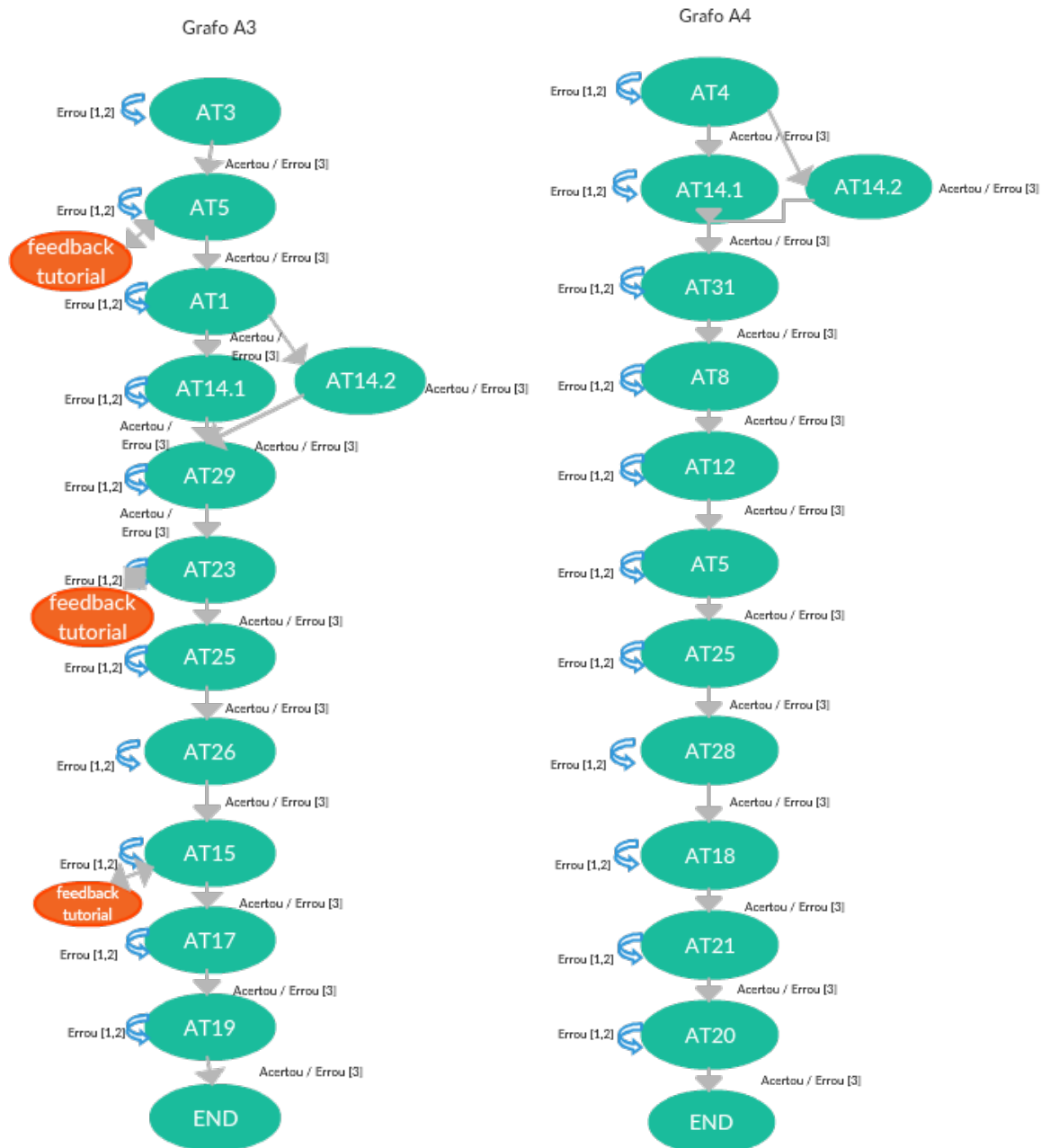
**Tabela 19: Atividades matemáticas seleccionadas para cada aluno**

Tarefas de realização de atividades				
	A3	A4	A6	A7
AT 1	1			
AT 2				1
AT 3	1			
AT 4		1		
AT 5	1	1		
AT 6			1	
AT 7				1
AT 8		1	1	
AT 9				1
AT 10				
AT 11			1	
AT 12		1		
AT 13			1	
AT 14	1	1		
AT 15	1			1
AT 16			1	
AT 17	1			1
AT 18		1		1
AT 19	1			1
AT 20		1	1	
AT 21		1		
AT 22			1	
AT 23	1		1	
AT 24				1
AT 25	1	1		1
AT 26	1			
AT 27			1	
AT 28		1	1	
AT 29	1			
AT 30				1
AT 31		1	1	
AT 32				1
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
				<b>44</b>

Para cada aluno, após a escolha das atividades matemáticas construiu-se um grafo regulando a sequência como as atividades seriam lançadas no protótipo do LEMA, uma vez que nesta fase o sistema do protótipo ainda não dispunha a funcionalidade de seleção personalizada das atividades por parte do educador-professor. Na construção deste grafo foram consideradas quer as capacidades matemáticas de cada um deles, quer o nível de dificuldade das atividades.

Nos grafos apresentados abaixo encontra-se a explicitação de como as atividades foram operacionalizadas no protótipo. Os nós representados por ovais (verde-água) representam as

atividades lançadas pelo sistema: sempre que o utilizador acerta na resposta avança para a atividade seguinte ou então se erra três vezes a mesma atividade também avança para a atividade seguinte. Isto significa que qualquer utilizador tinha três tentativas para resolver cada atividade. Importa ainda referir que em algumas atividades foram incorporados *feedbacks* tutoriais com animações que explicavam a resolução da tarefa com um problema exemplo (representados pelas ovas laranjas), sendo que o utilizador tinha acesso a este tipo de *feedback* quando errava na segunda tentativa.





### 6.3.1.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO PROTÓTIPO

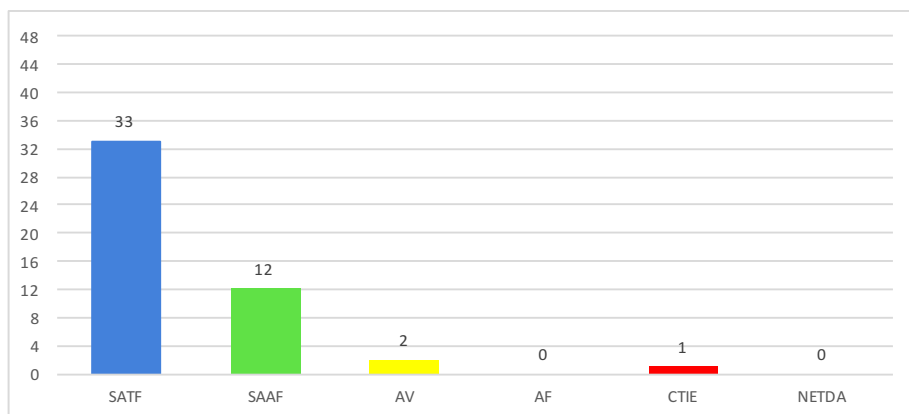
Os resultados descritos nas subsecções seguintes e a sua subsequente impulsionou o primeiro reajustamento do protótipo desenvolvido.

### 6.3.1.2.1 Capacidade de interação

A avaliação da capacidade de interação com o protótipo do LEMA foi realizada através das observações diretas, considerando a forma de interação e execução de cada tarefa, nomeadamente, *login* e as 11 atividades matemáticas atribuídas a cada aluno, perfazendo um total de 12 tarefas. As seis categorias de registo utilizadas para avaliar a capacidade de interação foram criadas tendo em conta a proposta de Almeida (2006), de acordo com Vieira e Pereira (1996): sem ajuda, com total facilidade e autonomia (SATF); sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia (SAAF); com ajuda verbal (AV); com ajuda física (AF); com total incapacidade de execução (CTIE); e não executa a tarefa durante a aferição (NETDA).

É de salientar que os resultados apresentados adiante têm por base os dados relativos apenas à interação das 12 tarefas realizadas por cada aluno, num total de 48 tarefas, sendo que 4 são *login* e 44 são tarefas de realização das atividades matemáticas, entre as 32 oferecidas, selecionadas de acordo com o perfil específico de aluno.

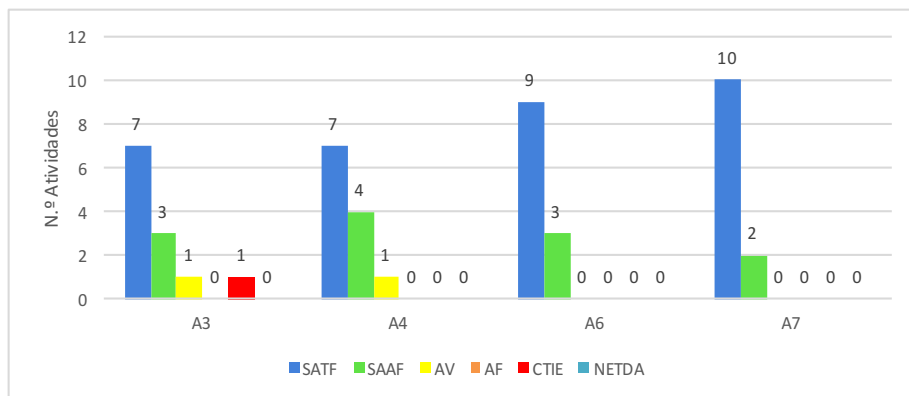
Considerando o total das 48 tarefas concretizadas nas sessões dos 4 alunos selecionados (cf. Gráfico 5) verifica-se que 33 tarefas foram realizadas sem ajuda e com total facilidade e autonomia e 12 com alguma facilidade e autonomia, o que perfaz um total de 45 tarefas. Apenas 2 tarefas foram realizadas com ajuda verbal e 1 não foi executada por incapacidade. Daí podermos deduzir que o LEMA é um ambiente digital de aprendizagem matemática de fácil interação e de utilização simples e intuitiva.



**Gráfico 5: Capacidade de interação global**

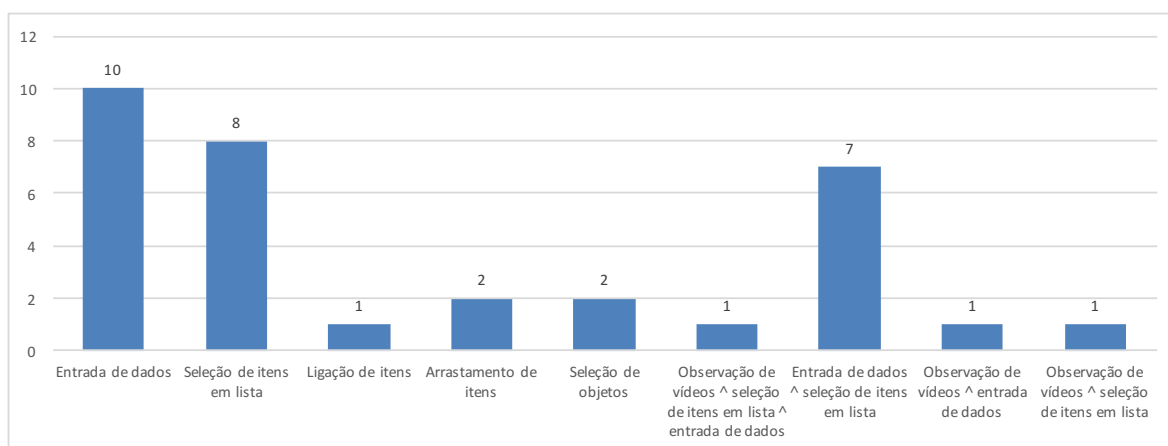
Analisando os valores da capacidade de interação global distribuídos pelos 4 alunos (cf. Gráfico 6), constata-se que o aluno A7 foi o que realizou um maior número de tarefas sem ajuda e com total autonomia (10); apenas 2 tarefas foram realizadas sem ajuda e com alguma autonomia. Também o aluno A6 realizou as tarefas com bastante autonomia: 9 tarefas foram realizadas sem ajuda e com total autonomia e 3 com alguma autonomia. Já o aluno A4 executou 7 tarefas com total autonomia, 4 com alguma autonomia e 1 com ajuda verbal. Constata-se ainda que o aluno A3 realizou

7 tarefa com total autonomia, 3 com alguma autonomia, 1 com ajuda verbal e ficou por concluir uma tarefa.



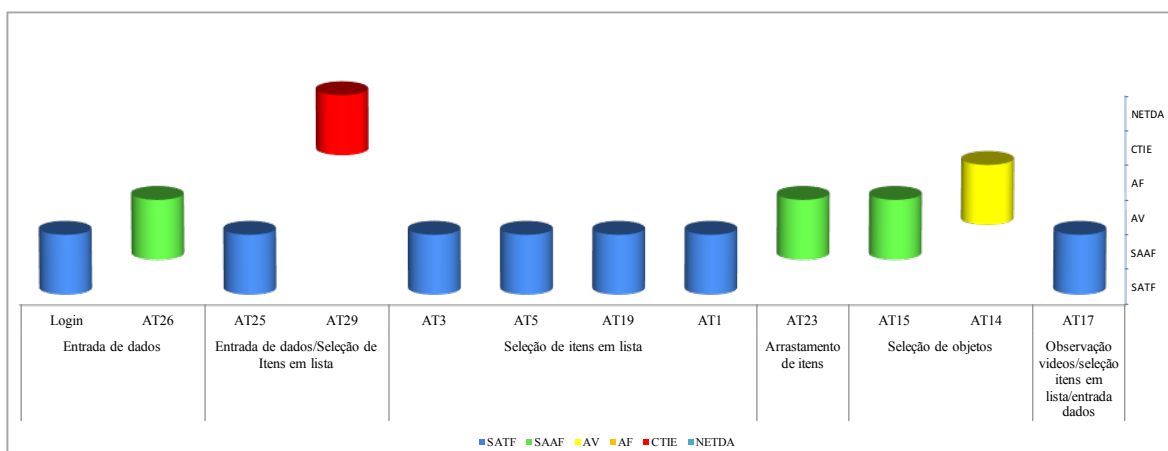
**Gráfico 6: Capacidade de interação por aluno**

O Gráfico 7 apresenta o número total de tarefas incorporadas no protótipo do ambiente digital LEMA por tipo de interação. Como foi referido anteriormente, o processo de implementação de cada uma das tarefas integrou a estruturação e programação das funções de manipulação direta de itens visuais, nomeadamente, 10 atividades de entrada de dados, 8 de seleção de itens em lista, 7 de entrada de dados e seleção de itens em lista ou vice-versa, 2 de arrastamento de itens e 2 para a seleção de objetos. Apenas foram estruturadas 1 tarefa de ligação de itens, 1 para a observação de vídeo, seleção de itens em lista e entrada de dados, 1 para a observação de vídeo e entrada de dados e 1 atividade para a observação de vídeos e seleção de itens em lista. Observando o tipo de interação das 33 tarefas (login + 32 atividades), verifica-se que, da panóplia de tarefas incorporadas no LEMA, a maioria das tarefas integram entrada de dados, seleção de itens e a combinação simultânea das duas, o que perfaz um total de 25 tarefas nesse âmbito.



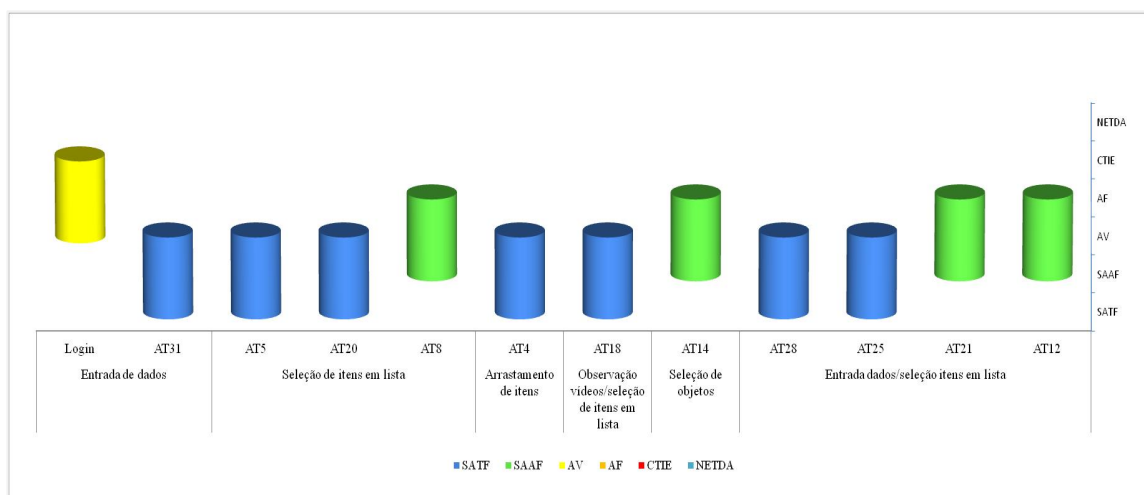
**Gráfico 7: Tipo de interação das tarefas incorporadas no LEMA**

Considerando o aluno A3, e observando as diferentes tarefas realizadas (cf. Gráfico 8), verifica-se que as tarefas de seleção de itens em lista AT3, AT5, AT19 e AT1 foram executadas sem ajuda e com total facilidade e autonomia, bem como na tarefa de entrada de dados “login”, na tarefa de entrada de dados e seleção de itens em lista AT25 e na tarefa de observação de vídeo, seleção de itens em lista e entrada de dados AT17. Apenas na tarefa AT14 foi necessária ajuda verbal para a seleção dos objetos e a incapacidade de execução foi registada apenas na tarefa de seleção de itens e entrada de dados AT29, uma vez que o aluno A3 não conseguiu visualizar o campo para justificar a sua resposta e clicou novamente no botão para avançar e avançou para a tarefa seguinte. Salienta-se ainda, que a tarefa de arrastamento de itens AT23 foi realizada sem ajuda e com alguma facilidade.



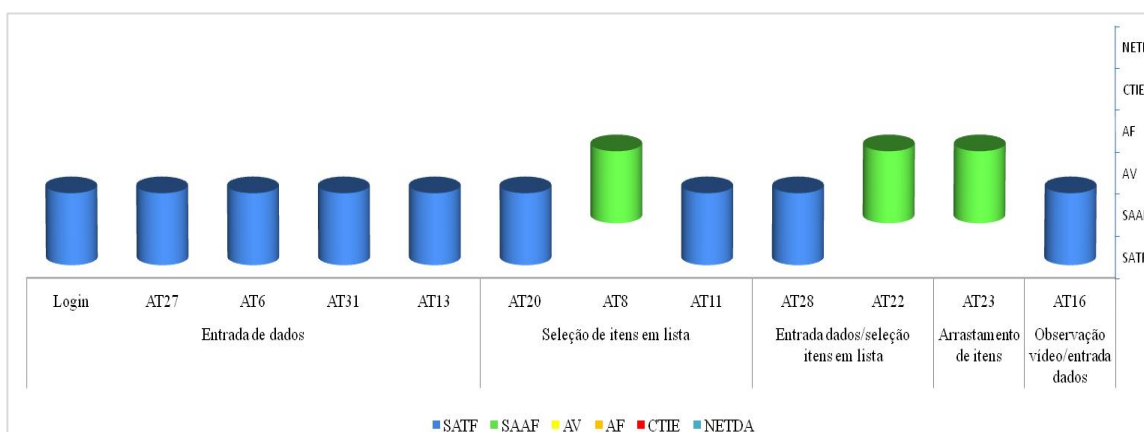
**Gráfico 8: Capacidade de interação do A3, por tarefa e tipo de interação**

Analisando a capacidade de interação do aluno A4 (cf. Gráfico 9), constata-se que nas tarefas de entrada de dados, a tarefa do “login” foi realizada com ajuda verbal, na medida em que o aluno queria digitar o seu nome completo e o sistema do LEMA não permitia tal procedimento; a tarefa AT31 foi efetuada com total facilidade e autonomia. Já as 3 tarefas propostas de seleção de itens em lista, AT5 e AT20 foram concretizadas sem ajuda e com total facilidade e autonomia e a tarefa AT8 com alguma facilidade e autonomia. Observa-se ainda que as atividades AT28 e AT25 para seleção de itens em lista e entrada de dados foram realizadas com total facilidade, bem como a atividade de arrastamento de itens AT4 e a atividade de observação de vídeo e seleção de itens em lista AT18 (cf. Gráfico 9).



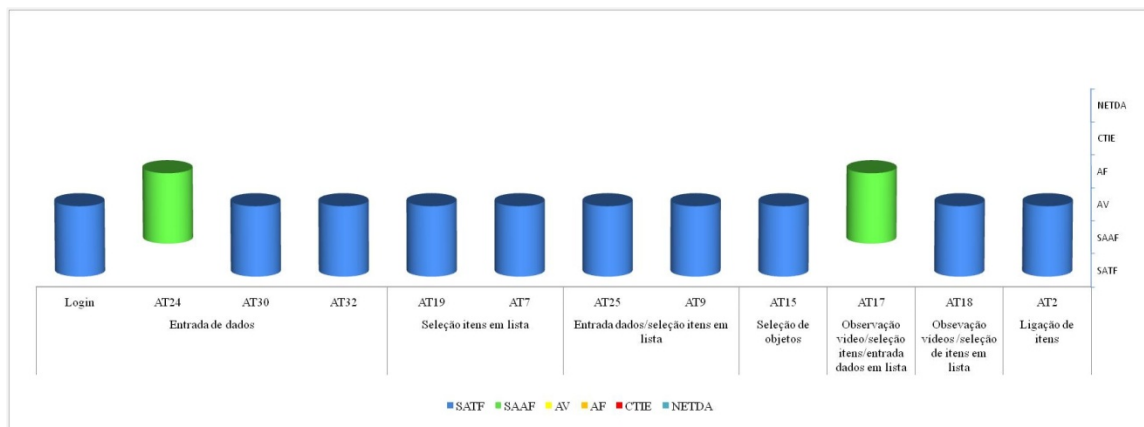
**Gráfico 9: Capacidade de interação do A4, por tarefa e tipo de interação**

A análise da capacidade de interação na tarefa “login” e nas 11 tarefas de realização das atividades propostas ao aluno A6 (cf. Gráfico 10), revela que as tarefas de entrada de dados “login”, AT27, AT6, AT31 e AT13 foram realizadas sem ajuda e com total facilidade e autonomia. Na mesma categoria registaram-se as tarefas de seleção de itens em lista AT20 e AT11; entrada de dados e seleção de itens em lista AT28; e a tarefa AT16 que acoplou a observação de vídeo e entrada de dados. Observa-se ainda que tarefas AT8, AT22 e AT23 foram executadas sem ajuda e com alguma facilidade e autonomia. Os dados mostram a boa capacidade de interação deste aluno com o LEMA.



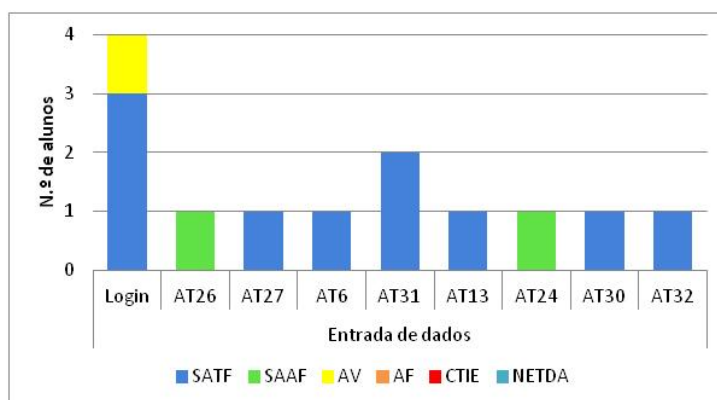
**Gráfico 10: Capacidade de interação do A6, por atividade e tipo de interação**

Observando a capacidade de interação do aluno A7 (cf. Gráfico 11), verifica-se que as tarefas “login”, AT30, AT32, AT20, AT7, AT25, AT9, AT15, AT18 e AT2 foram executadas sem ajuda e com total facilidade e autonomia. Apenas a tarefa de entrada de dados AT24 e a tarefa de observação de vídeo, seleção de itens e entrada de dados AT17 foram executadas com alguma facilidade e autonomia, o que revela que o aluno teve uma muito boa capacidade de interação com o protótipo do ambiente digital LEMA.

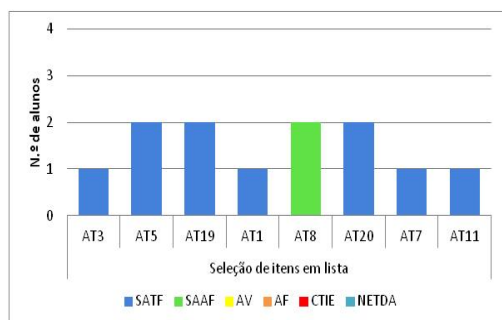


**Gráfico 11: Capacidade de interação do A7, por atividade e tipo de interação**

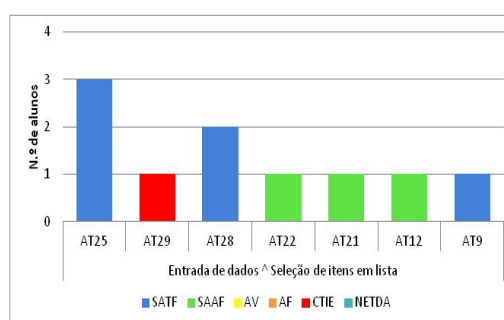
Considerando o tipo de interação de cada tarefa e a análise da capacidade de interação dos 4 estudos de caso (cf. Gráficos 12-20), constata-se que apenas se verifica incapacidade de execução na tarefa de seleção de itens em lista e entrada de dados AT29. Observa-se ainda que apenas na tarefa do “login” e na tarefa de seleção de objetos AT14 foi necessária ajuda verbal para um aluno.



**Gráfico 12: Capacidade de interação “entrada de dados”, por atividade**

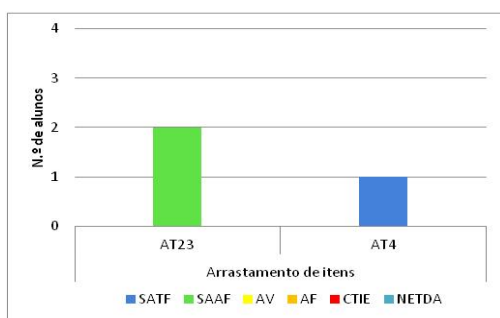


**Gráfico 13: Capacidade de interação “seleção de itens em lista”, por atividade**

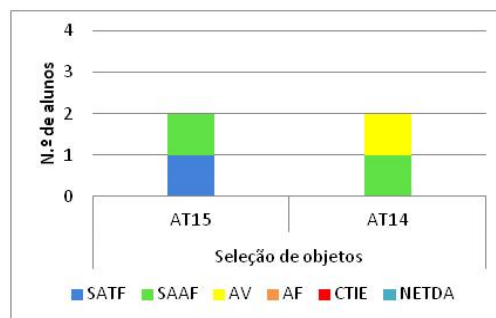


**Gráfico 14: Capacidade de interação “entrada de dados ^ seleção de itens em lista”, por atividade**

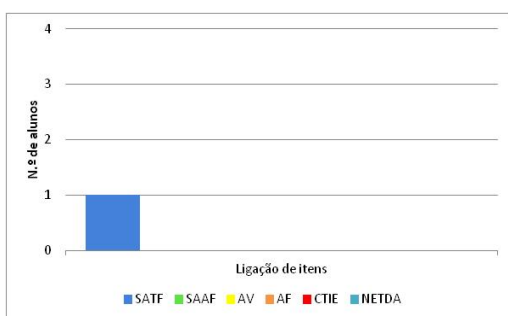




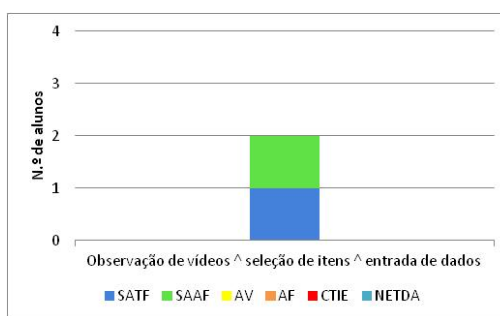
**Gráfico 15: Capacidade de interação “arrastamento de itens”, por atividade**



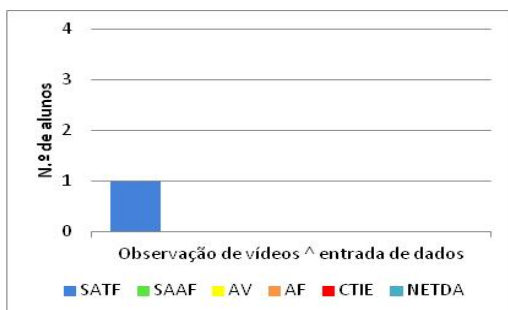
**Gráfico 16: Capacidade de interação “seleção de objetos”, por atividade**



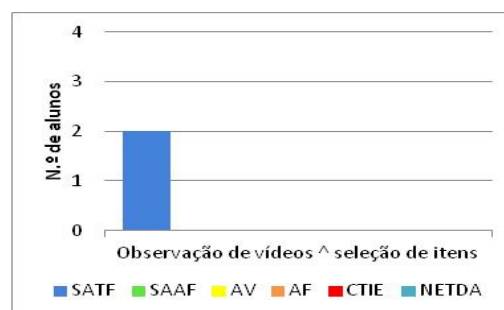
**Gráfico 17: Capacidade de interação “ligação de itens”, atividade AT2**



**Gráfico 18: Capacidade de interação “observação de vídeos ^ seleção de itens ^ entrada de dados”, atividade AT17**



**Gráfico 19: Capacidade de interação “Observação de vídeos ^ entrada de dados”, atividade AT16**



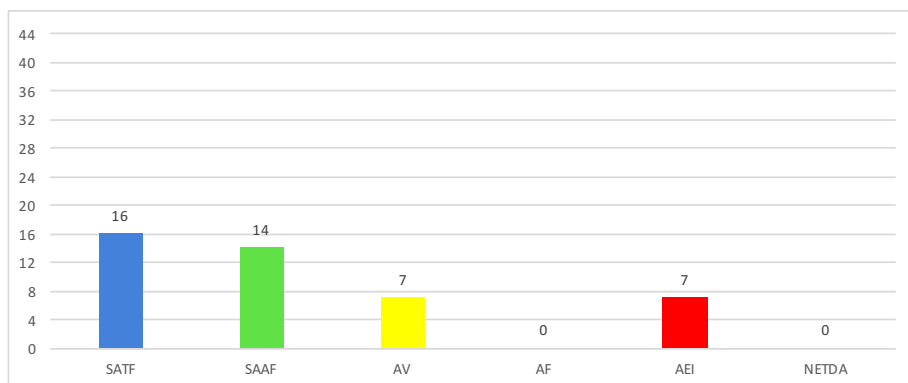
**Gráfico 20: Capacidade de interação “observação de vídeos ^ seleção de itens”, atividade I6**

#### 6.3.1.2.2 Capacidade de execução das atividades matemáticas

A capacidade de execução das atividades matemáticas foi avaliada de acordo com as já referidas seis categorias utilizadas para o registo da capacidade de interação das atividades prototipadas por parte de cada aluno.

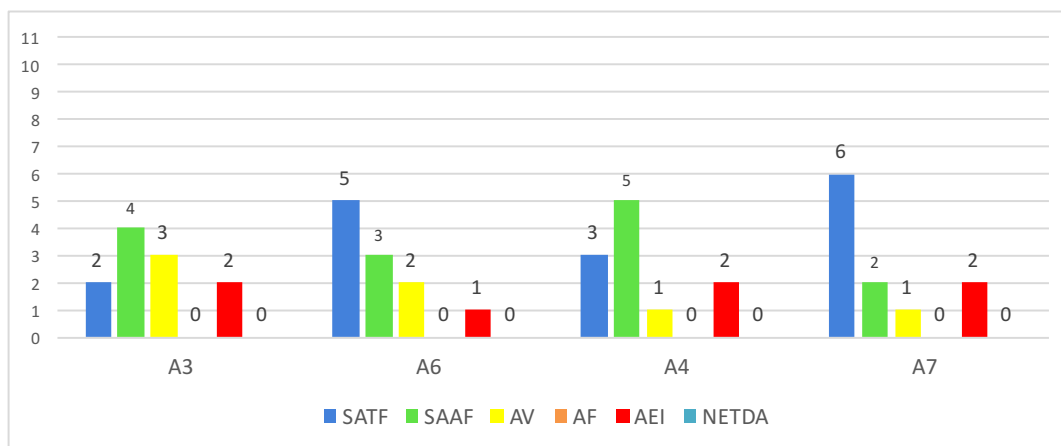
Importa relembrar que para cada aluno foi proposto um conjunto de 11 atividades tendo em conta o perfil funcional de cada um, sendo que no total foram executadas 44 atividades das 32 incorporadas no protótipo do LEMA.

Observando, na globalidade, a forma como os diferentes alunos executaram as atividades matemáticas, verifica-se (cf. Gráfico 21) que no total das 44 atividades, 37 atividades foram terminadas com sucesso, das quais 16 foram executadas com total facilidade e autonomia, 14 com alguma facilidade e autonomia e 7 com ajuda verbal. Salienta-se ainda que 7 tarefas foram executadas com insucesso.



**Gráfico 21: Capacidade de execução global das atividades**

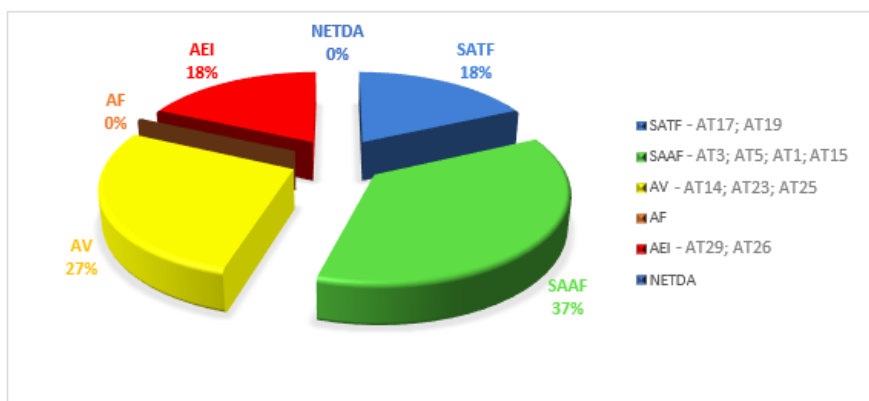
Analisando estes dados por aluno (cf. Gráfico 22), constata-se que, das 11 atividades matemáticas propostas, o aluno A3 executou: 2 com total facilidade e autonomia, 4 com alguma facilidade e autonomia, 3 com ajuda verbal e em 2 atividades o aluno não obteve sucesso. Por sua vez, o aluno A6 executou: 5 atividades com total facilidade e autonomia, 3 com alguma facilidade e autonomia, 2 foram executadas com ajuda verbal e apenas 1 atividade foi realizada com insucesso. O aluno A4 executou: 3 atividades com total facilidade e autonomia, 5 com alguma facilidade, 1 com ajuda verbal e 2 não foram executadas com sucesso. Observando a execução das tarefas por parte do aluno A7, verifica-se que 6 atividades foram executadas com total facilidade e autonomia, 2 com alguma facilidade, 1 com ajuda verbal e 2 com insucesso.



**Gráfico 22: Capacidade de execução das atividades, por aluno**

De forma a analisar os diferentes comportamentos de execução relativos às diferentes atividades matemáticas procedemos à análise individualizada das competências de execução das 11 atividades propostas a cada aluno que participou nesta primeira aferição do protótipo do ambiente digital LEMA.

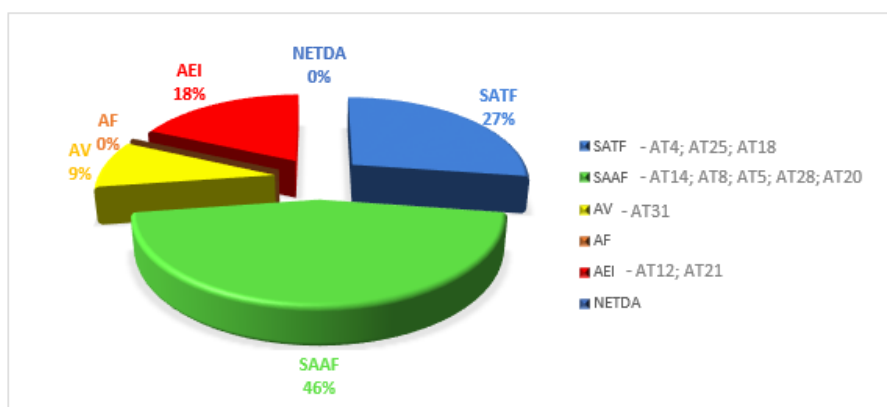
Considerando as 11 atividades propostas ao aluno A3 e as notas de campo registadas durante a aferição (cf. Apêndice 21), verifica-se que as tarefas AT29 e AT26 foram executadas com insucesso. Na atividade AT29, o aluno errou no resultado do cálculo final do perímetro e não conseguiu visualizar o campo para justificar a sua resposta. Já na atividade AT26 não foi capaz de calcular a área de uma região triangular definida à custa da diagonal de um retângulo. Observa-se, ainda, que foi necessária ajuda verbal nas atividades AT14, AT23 e AT25, pelas razões a seguir explicitadas. No caso da atividade AT14 houve ajuda verbal por parte do professor acompanhante na distinção entre polígonos e poliedros. A atividade AT23 é um dos casos em que foi incorporado *feedback* tutorial: o aluno estava próximo de obter uma das soluções corretas, bastando modificar a posição de um dos fósforos; no entanto, quando visualiza o *feedback* tutorial incorporado no protótipo do LEMA, volta a colocar os fósforos na posição inicial de forma a reproduzir o que viu durante o vídeo do *feedback* tutorial. Relativamente à atividade AT25, houve ajuda verbal na leitura do enunciado, o que por vezes era uma prática corrente por parte do professor acompanhante. Considerando o gráfico 23 podemos observar que 18% das atividades foram executadas com total facilidade e 37% com alguma facilidade, o que significa que 55% das atividades foram executadas com autonomia por parte do aluno. Observa-se ainda que 27% das tarefas foram executadas com ajuda verbal e 18 % das tarefas foram realizadas com insucesso.



**Gráfico 23: Capacidade de execução das atividades do aluno A3, por atividade.**

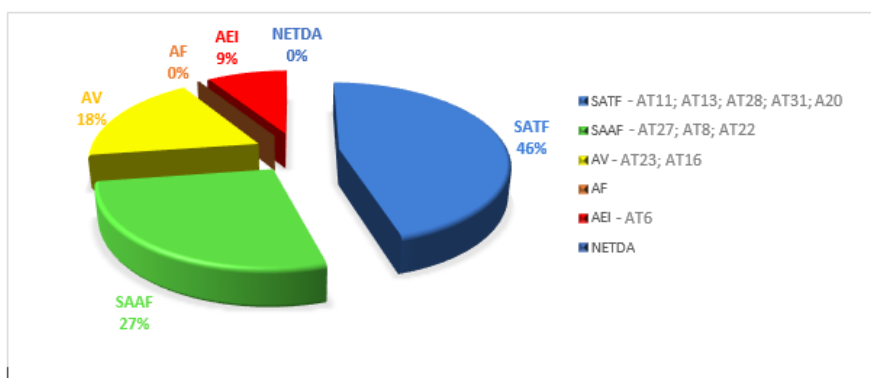
A análise da capacidade de execução do aluno A4 revela que este realizou as atividades AT12 e AT21 com insucesso: a primeira por não ser capaz de justificar a sua resposta e a segunda porque, provavelmente, clicou duas vezes seguidas no botão avançar e não conseguiu visualizar o campo de justificação da resposta. Na atividade AT31, houve intervenção do professor

acompanhante no sentido de chamar a atenção às unidades de medida. Considerando as atividades AT4, AT25 e AT18, verifica-se que foram executadas com total facilidade e autonomia, enquanto que as tarefas AT14, AT8, AT5, AT28 e AT20 foram realizadas com alguma facilidade e autonomia por tentativa-erro, chegando à solução correta em algumas atividades na terceira tentativa (cf. [Apêndice 22](#)). Resultante desta observação e análise dos dados recolhidos, o Gráfico 24 revela que 27% das atividades propostas ao aluno A4 foram executadas com total facilidade e autonomia e 46% com alguma facilidade e autonomia, perfazendo um total de 73% das atividades executadas com autonomia pelo aluno. Verifica-se ainda que 9% das tarefas foram executadas com ajuda verbal e 18% das tarefas foram executadas com insucesso (cf. Gráfico 24).



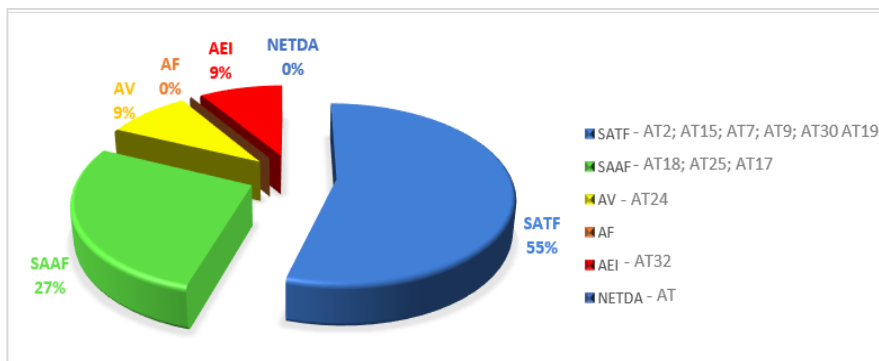
**Gráfico 24: Capacidade de execução das atividades do aluno A4 por atividade**

Relativamente à capacidade de execução das diferentes atividades do aluno A6, observa-se que o aluno executou apenas a tarefa AT6 com insucesso, uma vez que não conseguiu identificar e contar todos os retângulos em diferentes posições. As tarefas AT23 e AT16 foram executadas com ajuda verbal do *feedback* tutorial incorporado no LEMA. Verifica-se ainda que as atividades AT27, AT8 e AT17 foram executadas com alguma facilidade e autonomia por tentativa-erro, chegando à solução correta na terceira tentativa, considerando as notas de campo registadas durante a aferição (cf. [Apêndice 23](#)). Tendo por base a observação e análise destes dados, o Gráfico 24 mostra-nos que 46% das atividades foram executadas com total facilidade e autonomia, 27% com alguma facilidade e autonomia, 18% com ajuda verbal e 9% das atividades não foram executadas com sucesso. Desta forma verificamos que que no leque geral, 73% das atividades propostas foram executadas com autonomia pelo aluno A6 (cf. Gráfico 25).



**Gráfico 25: Capacidade de execução das atividades do aluno A6 por atividade.**

Observando a capacidade de execução do aluno A7 relativamente às 11 atividades que lhe foram propostas (cf. Gráfico 26 e [Apêndice 24](#)), constata-se que as atividades AT2, AT15, AT7, AT9, AT30 e AT19 foram executadas com total facilidade e autonomia, já as atividades AT18, AT25 e AT17 foram concretizadas com alguma facilidade e autonomia, representando 82% das atividades realizadas. No que diz respeito à execução da tarefa AT32, o aluno não teve sucesso na sua resolução, uma vez que não conseguiu calcular corretamente o perímetro do polígono. Isto traduz-se em 9% das atividades executadas com insucesso. De notar ainda que apenas na atividade AT24 foi necessário ajuda verbal por parte do professor acompanhante na explicitação do que era pretendido (9% das tarefas executadas).



**Gráfico 26: Capacidade de execução das atividades do aluno A7 por atividade**

### 6.3.1.2.3 Capacidade do Raciocínio Matemático

Considerando o quadro teórico de referência proposto apresentado na secção 4.3 (Quadro 1), e afim de avaliar a capacidade do raciocínio matemático em geometria dos alunos participantes, foram definidas três categorias: *estruturado*; *parcialmente estruturado*; e *nulo*; para a capacidade de argumentação também foram definidas três categorias: *total*; *parcial*; e *nulo*. Estas categorias foram atribuídas de acordo com o número de tentativas que cada utilizador necessitou para dar uma resposta correta e o nível da justificação da resposta sempre que solicitada, ou seja, as categorias foram

atribuídas considerando o desempenho dos 4 utilizadores-finais na interação com cada atividade implementada no LEMA.

De seguida apresentamos os critérios utilizados na definição da categorização do raciocínio matemático e argumentação:

1. Se o utilizador dá uma resposta correta na primeira tentativa de resolução de uma dada atividade e nenhuma justificação é requerida, então determinamos que o utilizador tem um raciocínio matemático *estruturado*, a menos que ocorra a situação descrita no ponto 5;
2. Se o utilizador dá uma resposta correta na primeira tentativa de resolução de uma dada atividade e a justificação é requerida, e o utilizador dá uma justificação completa / incompleta / inexata / nenhuma justificação do seu raciocínio, então determinamos que o utilizador tem um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total / parcial / nulo / nulo* respetivamente, a menos que ocorra a situação descrita no ponto 5;
3. Se o utilizador dá uma resposta correta na segunda ou terceira tentativa de resolução de uma dada atividade e nenhuma justificação é requerida, então determinamos que o utilizador tem um raciocínio matemático *parcialmente estruturado*, a menos que ocorra a situação descrita no ponto 5;
4. Se o utilizador dá uma resposta correta na segunda ou terceira tentativa de resolução de uma dada atividade e a justificação é requerida, e o utilizador dá uma justificação completa / incompleta / inexata / nenhuma justificação do seu raciocínio, então determinamos que o utilizador tem um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *total / parcial / nulo / nulo* respetivamente, a menos que ocorra a situação descrita no ponto 5;
5. Se o utilizador, na terceira tentativa resolução de uma dada atividade, dá uma resposta incorreta, avança para a próxima atividade sem responder à atividade proposta ou há indicações (notas de registo da observação) que a resposta correta, na primeira, segunda ou terceira tentativa de resolução da atividade, foi dada ao acaso ou utilizando a estratégia de tentativa e erro, então determinámos que o utilizador tem um raciocínio matemático *nulo*.

De forma sintetizada, apresentamos na Tabela 20 os critérios utilizados para a categorização do raciocínio matemático e argumento.

**Tabela 20: Critérios utilizados para a categorização da capacidade raciocínio matemático e argumento**

	<b>Raciocínio matemático quando a justificação não é requerida</b>	<b>Raciocínio matemático quando a justificação é requerida</b>			
		<b>Completa</b>	<b>Incompleta</b>	<b>Inexata</b>	<b>Nenhuma justificação</b>
<b>Acerta 1ª tentativa</b>	Estruturado	Estruturado com argumento total	Estruturado com argumento parcial	Estruturado com argumento nulo	Estruturado com argumento nulo
<b>Acerta 2ª tentativa</b>	Parcialmente estruturado	Parcialmente estruturado com argumento total	Parcialmente estruturado com argumento parcial	Parcialmente estruturado com argumento nulo	Parcialmente estruturado com argumento nulo
<b>Acerta 3ª tentativa</b>	Parcialmente estruturado	Parcialmente estruturado com argumento total	Parcialmente estruturado com argumento parcial	Parcialmente estruturado com argumento nulo	Parcialmente estruturado com argumento nulo
<b>Resposta incorreta / avança próxima atividades / indicações tentativa e erro 1ª/2ª/3ª tentativa</b>			Nulo		

Para a avaliação da capacidade de raciocínio matemático dos 4 estudos de caso selecionados (quatro utilizadores finais com PEA: A3, A4, A6 e A7), foi levado em consideração o desempenho de cada utilizador e as anotações feitas durante as observações diretas das sessões de interação com o LEMA.

A análise, que apresentamos de seguida, deve ser lida tendo em conta os dados fornecidos na Tabela 16 da seção 6.2.2, onde são identificadas as capacidades matemáticas inerentes a cada uma das atividades realizadas pelos alunos selecionados.

A análise efetuada foi estruturada dando ênfase, tal como mencionado anteriormente, ao registo de desempenho de cada utilizador por cada atividade proposta, fazendo no final uma apreciação global do desempenho de cada aluno ao nível das suas capacidades de raciocínio matemático em geometria.

### **1) Desempenho do aluno A3**

O aluno A3 realizou as seguintes atividades: AT3, AT5, AT1, AT14, AT29, AT23, AT25, AT26, AT15, AT17 e AT19.

Considerando a atividade AT3, na qual foi solicitado a identificação das figuras geométricas presentes numa determinada figura, o aluno A3 mostrou ter dificuldades em isolar e identificar todas as figuras geométricas presentes na figura ilustrada, obtendo uma resposta correta na sua segunda tentativa, revelando um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* nesta atividade. Aqui o aluno A3 teve dificuldades na percepção da figura-fundo.

Na atividade AT5, foi solicitado para selecionar, entre 3 possibilidades, o número de triângulos numa determinada configuração. A existência de vários triângulos cujos lados são parte dos lados de outros triângulos torna esta atividade muito difícil. O aluno A3 não selecionou a resposta correta na sua primeira tentativa, mas o número que ele escolheu revelou que a sua contagem ia para além da contagem trivial que contém estas configurações. Assim, nesta atividade, A3 mostrou ter uma constância perceptual parcial, dado que deu a resposta correta na sua segunda tentativa, revelando também um raciocínio matemático *parcialmente estruturado*.

Relativamente à atividade AT1, o aluno A3 não conseguiu visualizar o cubo (entre três possibilidades) correspondente à planificação fornecida com formas geométricas em cada face, na primeira tentativa de resolução da atividade. Ele conseguiu selecionar a resposta correta pela estratégia de tentativa e erro (registada nas nossas anotações de observação – [Apêndice 21](#)) na sua segunda tentativa de resolução. Consequentemente, o seu raciocínio matemático foi categorizado como *nulo*. Nesta atividade, ele não foi capaz de fazer a manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens.

Na atividade AT14, várias figuras são dadas, algumas representando polígonos e outras poliedros e solicita-se a seleção das figuras correspondentes a poliedros. O aluno A3 nas suas duas primeiras tentativas não deu a resposta correta. Após uma explicação oral da sua professora sobre os conceitos envolvidos, ele conseguiu fazer as seleções corretas, revelando raciocínio matemático *parcialmente estruturado*.

Em relação ao desempenho do aluno A3 durante a execução da atividade AT29, ele conseguiu encontrar o perímetro de uma determinada região na sua primeira tentativa, mostrando ter uma compreensão total do conceito de perímetro, o que significa que associa ao perímetro a medida de um objeto unidimensional mergulhado num ambiente bidimensional. Mas ele não conseguiu preencher o campo disponível para justificar a sua resposta, revelando ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *nulo*.

Na atividade AT23, na qual foi solicitado a modificação da posição de 3 fósforos numa figura com 12 fósforos, para formar 3 quadrados, o aluno A3 só conseguiu dar a resposta correta, na terceira tentativa de resolução da atividade, depois de ter visualizado um vídeo com um *feedback* tutorial. Consequentemente, este aluno mostrou, nesta atividade, ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado*.



Na atividade AT25, na qual foi solicitado a identificação de figuras com área maior / menor ou com a mesma área, sendo estas desenhadas em quadrículas, o aluno A3 deu resposta na sua segunda tentativa e foi capaz de justificar a sua resposta. De acordo com os critérios estabelecidos, o aluno A3 mostrou ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *total* nesta atividade.

Quanto à atividade AT26, o aluno A3 não visualizou corretamente a área triangular em consideração, definida à custa de uma diagonal de um retângulo e que por consequência a sua área correspondia a metade da área desse retângulo. Importa referir que este aluno, a seu pedido, realizou as 11 atividades selecionadas uma segunda vez e, ao interagir de novo com a AT26 confirmou-se que o aluno sabia como calcular a área de um retângulo, visto que, desta vez, a área sombreada correspondia à área de um retângulo. Porém, não conseguiu visualizar os dois triângulos definidos pelas diagonais do retângulo, mostrando ter dificuldades em calcular uma área triangular imersa numa retangular. Assim, nesta atividade, este aluno revelou ter um raciocínio matemático *nulo* devido principalmente à sua discriminação visual nula.

Na atividade AT15, foi solicitado para completar uma figura usando simetria axial, selecionando os quadrados apropriados numa quadrícula, o aluno A3 mostrou ter um raciocínio matemático *estruturado*.

Na atividade AT17, foi solicitada a identificação, entre três possibilidades da seguinte situação: dobrando uma folha duas vezes ao meio e fazendo um furo nesta dobra, qual seria a configuração obtida aquando a folha desdobrada. Nesta atividade, o utilizador poderia, se assim o desejasse, aceder a um vídeo onde ele poderia visualizar o processo de dobramento de papel descrito e a execução do buraco nele. Salieta-se o facto de esta atividade ser, sem dúvida, uma atividade de grande nível de dificuldade. O aluno A3 selecionou a resposta correta na primeira tentativa de resolução, revelando um sentido espacial total desencadeando uma representação mental 2D-3D-2D precisa do processo de desdobramento, ainda que tenha expressado o seu pensamento de forma imprecisa. Assim, este aluno revelou, nesta atividade, ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *nulo*.

Na atividade AT19, foi solicitada a seleção, entre três possibilidades dadas, de qual das figuras corresponderia à figura ausente obtida por reflexão. O aluno A3 resolveu esta atividade na primeira tentativa, revelando um raciocínio matemático *estruturado*.

De uma forma global verifica-se (cf. Gráfico 27) que o aluno A3 revelou ter um raciocínio matemático *estruturado* em 4 das 11 atividades que lhe foram propostas, em 5 atividades revelou ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* e em 2 atividades o seu raciocínio matemático foi *nulo*.



**Gráfico 27: Capacidade Raciocínio matemático/argumento por atividade, desempenho do aluno A3**

Averiguando o desempenho do aluno A4 ao nível da capacidade de raciocínio matemático / argumento intrínseco nas 11 atividades propostas (AT4, AT14, AT31, AT8, AT12, AT5, AT25, AT28, AT18, AT21 e AT2) constatámos que na atividade AT4, onde foi solicitado para identificar todas as formas geométricas presentes numa figura fornecida, o aluno A4 conseguiu isolar e identificar todas as formas geométricas na primeira tentativa de resolução desta atividade, revelando um raciocínio matemático *estruturado*.

Na atividade AT14, já descrita, o aluno tinha que efetuar a seleção das figuras que correspondiam a polígonos. O aluno A4 na primeira tentativa de resolução da atividade apenas selecionou os polígonos regulares, e, na segunda e terceira tentativa, selecionou os polígonos convexos não regulares. Ao selecionar um destes, este aluno verbaliza "*Aquilo não era um polígono*", o que revela que o conceito de polígono ainda não foi assimilado, mostrando, nesta atividade, um raciocínio matemático *parcialmente estruturado*.

Analisando o desempenho do aluno A4 na atividade AT31, onde foi pedido para calcular o perímetro de uma região hexagonal coberta duas vezes com a respetiva justificação, este aluno deu a resposta certa na terceira tentativa e a sua justificação foi completa. As suas dificuldades na resolução desta atividade estiveram associadas à conversão das unidades de medida. De acordo com os critérios indicados, mostrou ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *total*.

Em relação à atividade AT8, o aluno A4 não selecionou todas as planificações corretas do cubo ilustrado, entre três possibilidades. Foi capaz de selecionar corretamente uma delas, mas a outra foi selecionada por tentativa e erro (registrado nas nossas anotações de observação e pela verbalização do aluno "O quê? Agora vai isto"). De acordo com os critérios estabelecidos, este aluno demonstrou, nesta atividade, ter um raciocínio matemático *nulo*, por não ter sido capaz de relacionar o cubo com as respetivas planificações.

Na atividade AT12 foi perguntado se seria possível construir um sólido geométrico com 10 palhinhas solicitando a respetiva justificação. O aluno A4 selecionou a resposta correta na primeira tentativa de resolução, mas não conseguiu dar uma justificação. Consequentemente, nesta atividade, este aluno revelou um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *nulo*.

Na atividade AT5 (já descrita, sendo que a aleatoriedade presente no desenho desta atividade originou que os triângulos fossem substituídos por retângulos), a existência de vários retângulos cujos lados são parte dos lados de outros retângulos constitui um grau de dificuldade elevado. O aluno A4 só conseguiu selecionar a resposta correta na terceira tentativa pela estratégia de tentativa e erro. Assim, este aluno mostrou, nesta atividade, ter um raciocínio matemático *nulo* devido principalmente à sua subcapacidade de constância perceptual.

Na atividade AT25 (comparação entre áreas de figuras geométricas), o aluno A4 resolveu na primeira tentativa, sendo capaz de justificar completamente a sua resposta, mostrando ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total*.

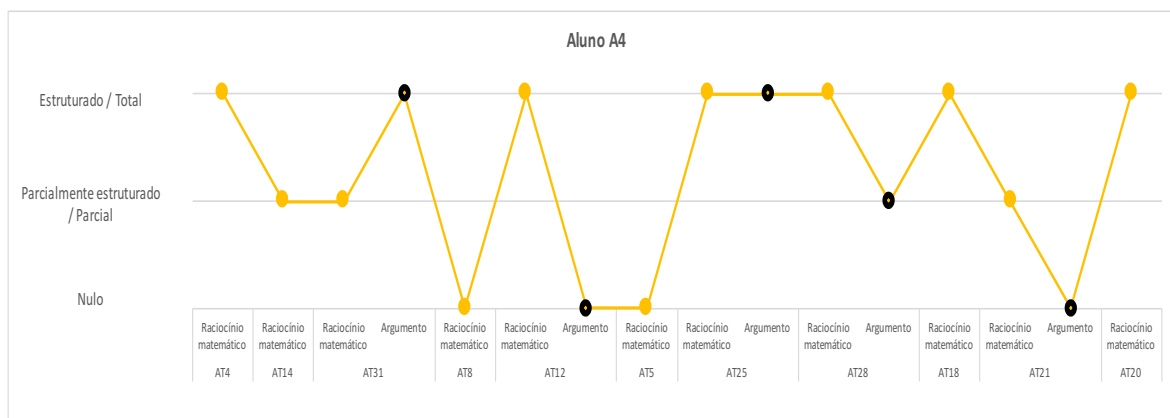
No que diz respeito à atividade AT28, foi solicitada a seleção com justificação, entre duas possibilidades (sim ou não), relacionada com uma contagem (não trivial) de regiões triangulares de uma área sombreada determinada num hexágono. Este aluno deu uma resposta correta na primeira tentativa apresentando uma justificação incompleta, o que revelou, neste caso, um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *parcial*.

Na atividade AT18, este aluno mostrou ter um raciocínio matemático *estruturado*, já que conseguiu identificar facilmente a isometria (translação) apresentada no vídeo fornecido, na primeira tentativa de resolução desta atividade.

Em relação à atividade AT21, onde foi solicitada a seleção de todos os pares, entre um conjunto de 4 pares de figuras, os que representam o objeto e a sua imagem dada por uma isometria, o aluno A4 revelou dificuldades em visualizar todos os pares de figuras, dando a resposta correta na terceira tentativa sem qualquer explicação para as suas escolhas revelando um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *nulo*.

Na atividade AT20, foi solicitado para selecionar, entre três possibilidades, a figura obtida pela composição de duas reflexões em eixos paralelos. O aluno A4 conseguiu resolver esta tarefa na primeira tentativa, revelando ter um raciocínio matemático *estruturado*.

A análise da capacidade de raciocínio matemático implícita nas 11 atividades propostas ao aluno A4 permite averiguar que (cf. Gráfico 28) o aluno A4 revelou um raciocínio matemático *estruturado* em 6 atividades, em 3 atividades o seu raciocínio matemático foi *parcialmente estruturado* e em 2 atividades foi *nulo*.



**Gráfico 28: Capacidade raciocínio matemático e argumento por atividade, desempenho do aluno A4**

Analisando agora o desempenho do aluno A6 ao nível da capacidade de raciocínio matemático e argumento tácita no universo das 11 atividades que lhe foram propostas (AT11, AT13, AT27, AT28, AT8, AT31, AT23, AT6, AT16, AT22 e AT20) verifica-se que na atividade AT11, onde foi solicitada a seleção de uma opção, entre 6 possibilidades, correspondente ao sólido, cuja planificação é formada com exatamente 5 dos 9 polígonos fornecidos. O aluno A6 mostrou ter um raciocínio matemático *estruturado* uma vez que a resposta correta foi dada na sua primeira tentativa de resolução da atividade.

No que se refere à atividade AT13, onde foi pedida, com justificação, a indicação do número de palhinhas necessárias para construir um prisma cuja base é um pentágono, o aluno A4 resolveu na primeira tentativa dando uma explicação completa mostrando, aqui, ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total*.

Na atividade AT27 foi solicitada a área das regiões triangulares definidas pelas duas diagonais de um papagaio. Este aluno deu a resposta correta na sua terceira tentativa, revelando um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* devido à sua ineficiente constância perceptual e discriminação visual.

Em relação à atividade AT28, já descrita, o aluno A4 deu a resposta na primeira tentativa de resolução, tendo sido capaz de justificar a sua resposta, mostrando ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total*.

Na atividade AT8, também já descrita, este aluno revelou ter um raciocínio matemático *nulo*. Embora tenha sido capaz de selecionar corretamente uma das planificações do cubo ilustrado, na primeira tentativa, a outra planificação foi selecionada pela estratégia de tentativa e erro (conforme podemos constatar nas nossas anotações de observação) na terceira tentativa de resolução desta atividade.

Quanto à atividade AT31, já descrita, o aluno A6 revelou um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total* e um ULSO total, porque conseguiu encontrar o perímetro da região dada na primeira tentativa, fornecendo uma justificativa completa mostrando todos os cálculos.

Na atividade AT23, já descrita, o aluno A6 só conseguiu dar a resposta correta após a visualização do *feedback* tutorial fornecido, no qual a solução e todas as etapas em direção a ela foram dadas. Consequentemente, nesta atividade, este aluno demonstrou possuir um raciocínio matemático *parcialmente estruturado*.

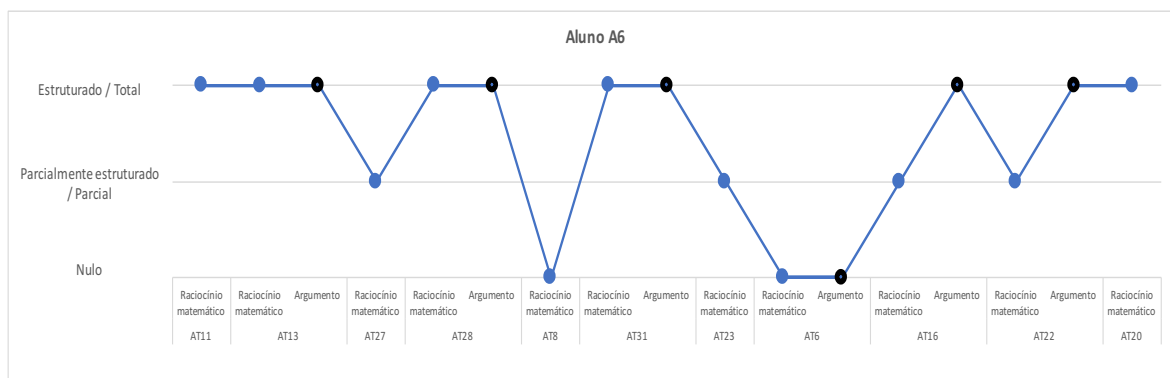
Quanto à atividade AT6, foi solicitada, com justificação, a determinação do número de quadrados numa dada configuração. O aluno A6 revelou dificuldades no processo de visualização 2D envolvido, não sendo capaz de identificar todos os quadrados presentes na figura fornecida. Nas suas três tentativas de resolução da atividade, ele não obteve a resposta correta, consequentemente, ele mostrou ter um argumento matemático *nulo* com argumento *nulo*.

Na atividade AT16, foi dado um vídeo contendo um processo de dobragem de papel, em três etapas, e foi solicitado para indicar, com justificação, o número de regiões nas quais a folha de papel seria dividida após o processo de desdobramento. O aluno A6 deu a resposta correta na terceira tentativa com uma explicação completa de seu pensamento, revelando um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *total*.

Em relação à atividade AT22, foi perguntado se uma determinada figura tinha dois tipos específicos de simetria (axial e rotacional). O aluno A6 não conseguiu ver que a figura dada tinha ambos os tipos de simetria, pois nas duas primeiras tentativas não deu a resposta correta e, na terceira tentativa de resolução, selecionou corretamente a opção correspondente a ambas as simetrias apresentando uma explicação completa da sua resposta. Assim, este aluno mostrou, nesta atividade, ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *total*.

No AT20, já descrita, o aluno A6 revelou um raciocínio matemático *estruturado*, porque ele conseguiu resolver o problema envolvendo a composição das reflexões em eixos paralelos na primeira tentativa de resolução, mostrando uma compreensão total dos conceitos e propriedades da reflexão envolvida nesta atividade.

Considerando a análise da capacidade de raciocínio matemático no universo das 11 atividades propostas ao aluno A6 verifica-se (cf. Gráfico 29) que o aluno A6 revelou ter um raciocínio matemático *estruturado* em 5 das 11 atividades propostas, o raciocínio matemático *parcialmente estruturado* foi observado em 4 atividades e em 2 atividades o seu raciocínio matemático foi *nulo*.



**Gráfico 29: Capacidade Raciocínio Matemático e Argumento por atividade, desempenho do aluno A6**

Analisando agora o desempenho do aluno A7 ao nível da capacidade de raciocínio matemático implícitas nas 11 atividades propostas (AT2, AT18, AT15, AT24, AT25, AT7, AT9, AT32, AT30, AT17 e AT19) observa-se que o aluno A7, na atividade AT2 em que foi pedido a correspondência, ligando o nome de uma figura geométrica à respetiva forma, resolveu na primeira tentativa, mostrando uma perceção total da figura-fundo, conseguiu isolar e identificar todas as formas geométricas da figura fornecida. Portanto, nesta atividade, o aluno A7 mostrou ter um raciocínio matemático *estruturado*.

Em relação ao desempenho do aluno A7 durante a execução da atividade AT18, já descrita, verifica-se que conseguiu identificar facilmente a isometria apresentada num vídeo, nomeadamente a translação, mostrando um raciocínio matemático *estruturado*.

O aluno A7, na atividade AT15, já descrita, revelou ter um raciocínio matemático *estruturado*, porque ele conseguiu completar uma figura com o eixo de simetria fornecido na primeira tentativa de resolução desta atividade.

Quanto à atividade AT24, foi solicitada a identificação da área de uma figura tomando um triângulo como a unidade de medida. O aluno A7, na primeira tentativa de resolução, não deu a resposta correta, verbalizando "isto é difícil. É muito complicado!". Após uma explicação oral da sua professora sobre os conceitos envolvidos, conseguiu dar a resposta correta na segunda tentativa, revelando um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* nesta atividade.

Na atividade AT25, já descrita, foi capaz, na primeira tentativa de resolução, de identificar figuras de igual / maior / menor área, sendo capaz de justificar completamente a sua resposta, revelando ter um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total*.

Em relação à atividade AT7, foi pedido para selecionar uma opção, entre 6, correspondente ao sólido ilustrado. O aluno A7 conseguiu visualizar a bola como um objeto representativo de uma esfera, na primeira tentativa de resolução, revelando, mais uma vez, ter um raciocínio matemático *estruturado*.

O aluno A7 na atividade AT9 mostrou ter um raciocínio matemático estruturado, porque ele também foi capaz de identificar facilmente o sólido geométrico e sua respetiva planificação na primeira tentativa de resolução, ou seja, este aluno conseguiu visualizar o cone e a planificação correspondente.

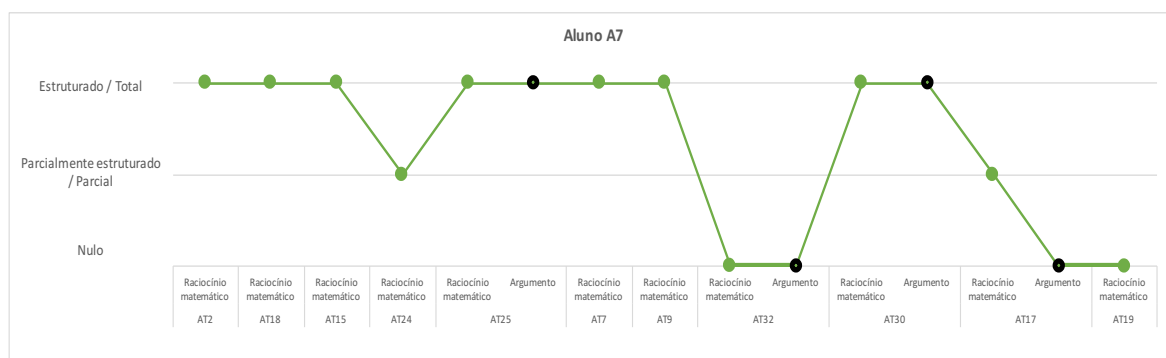
Na atividade AT32 foi solicitada a determinação do perímetro de um campo de futebol dividido em três quadrados, dois dos quais geometricamente iguais. O aluno A7 não conseguiu dar uma resposta correta e passou para a próxima atividade, revelando um raciocínio matemático *nulo*.

Na atividade AT30, onde foi pedida a determinação do perímetro de um cartão retangular, o aluno A7 deu resposta na primeira tentativa e a justificação da sua resposta foi completa, revelando um raciocínio matemático *estruturado* com argumento *total* e um ULOS total (mostrando compreender o conceito geométrico de perímetro).

A atividade AT17, já descrita, é, sem dúvida, uma atividade de elevada dificuldade (é necessária a construção mental dos processos de desdobramento é necessária). O aluno A7 selecionou a resposta correta na sua segunda tentativa dando uma explicação inexata, demonstrando dificuldades na construção mental do processo de desdobramento da folha e da folha quando desdobrada. Assim, este aluno revelou ter um raciocínio matemático *parcialmente estruturado* com argumento *nulo*.

Em relação ao desempenho do aluno A7 durante a execução da atividade AT19, já descrita, este resolveu esta atividade na primeira tentativa, mas, observando as anotações das nossas observações, sabemos que essa resposta foi dada ao acaso. Consequentemente e de acordo com os critérios definidos, o aluno A7 revelou ter um raciocínio matemático *nulo* nesta atividade.

A análise global do raciocínio matemático implícito nas 11 atividades propostas ao aluno A7 permite observar (cf. Gráfico 30) que o aluno A7 teve um raciocínio matemático *estruturado* em 7 das 11 atividades propostas, em 2 atividades o seu raciocínio matemático foi *parcialmente estruturado* e em 2 atividades foi *nulo*.



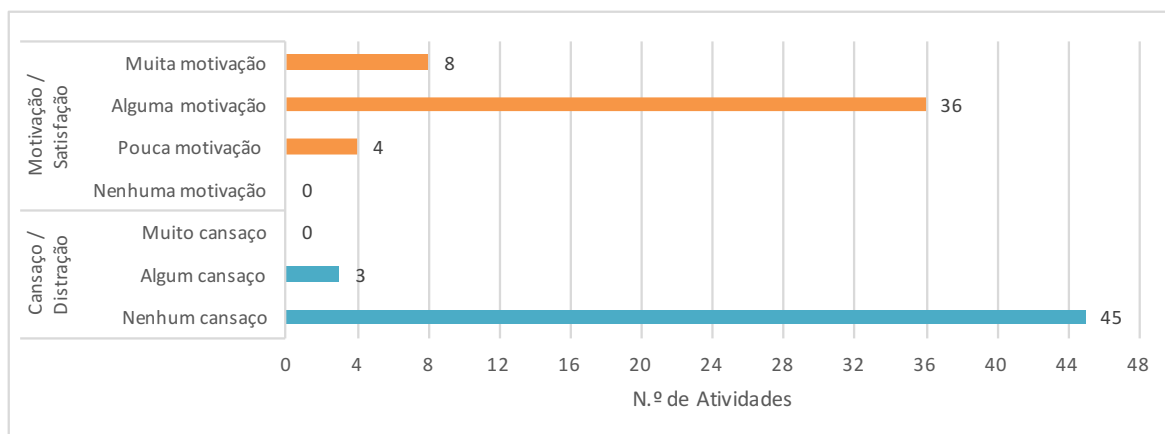
**Gráfico 30: Capacidade Raciocínio Matemático e Argumento por atividade, desempenho do aluno A7**

#### 6.3.1.2.4 Motivação/satisfação, distração/cansaço

##### (A) REAÇÃO PERANTE A EXECUÇÃO DAS TAREFAS

A análise da motivação/satisfação e do cansaço/distração foi efetuada com base na observação de cada aluno durante a execução das tarefas. As categorias de análise dos níveis de motivação/satisfação foram: muita motivação e satisfação, alguma motivação e satisfação, pouca motivação e satisfação e nenhuma motivação e satisfação. Para a análise dos níveis de cansaço/distração foram utilizadas as seguintes categorias: muito cansaço ou distração, algum cansaço ou distração e nenhum cansaço ou distração (Almeida, 2006).

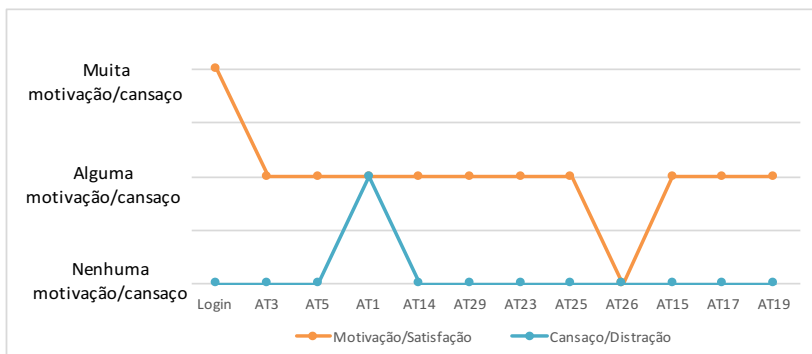
Considerando o universo das 12 tarefas realizadas por cada aluno (login + 11 atividades), e num total de 48 tarefas (cf. Gráfico 31), verifica-se que grande parte das tarefas foram executadas com alguma motivação (36) e com nenhum cansaço (43). É de salientar que foi difícil avaliar os níveis de motivação e satisfação dada a dificuldade que estas crianças apresentam ao nível da interação social (APA, 2013).



**Gráfico 31: Motivação e distração globais**

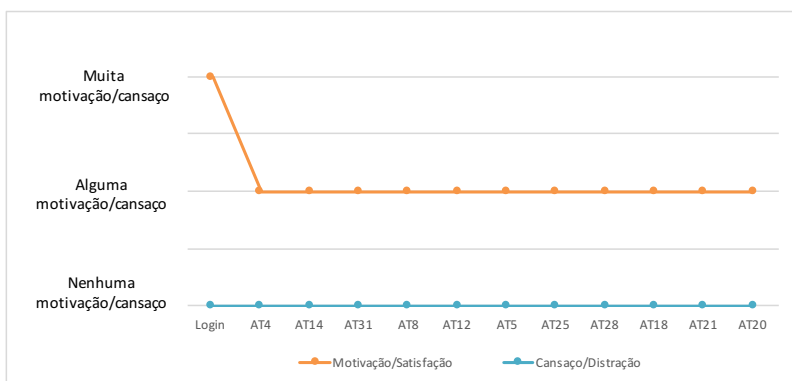
Analisando agora a forma como estes valores foram distribuídos por cada aluno que participou nas sessões da primeira aferição do LEMA, observa-se que (cf. Gráfico 32) o aluno A3 começou a execução das tarefas com muita motivação e satisfação. De realçar que a quebra de motivação e satisfação ocorreu na atividade AT26 por não ter conseguido calcular a área da região triangular sombreada e na atividade AT1 manifestou algum cansaço. Durante a execução das atividades o aluno revelou bastante concentração, sendo os níveis de motivação/satisfação e cansaço/distração quase sempre constantes.





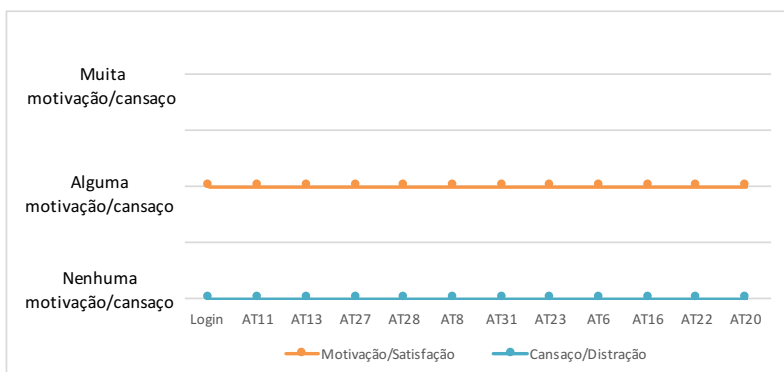
**Gráfico 32: Motivação/satisfação e cansaço/distração por atividade, aluno A3**

A análise dos níveis de motivação/satisfação e cansaço/distração do aluno A4 (cf. Gráfico 33) permite observar que estes se mantiveram constantes ao longo da realização das 12 tarefas, havendo uma maior motivação e satisfação no início da execução das tarefas.



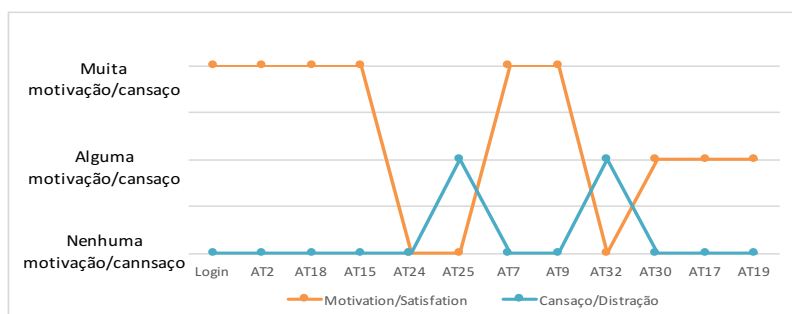
**Gráfico 33: Motivação/satisfação e cansaço/distração por atividade, aluno A4**

Observando agora o aluno A6 (cf. Gráfico 34), verifica-se que os níveis de satisfação/motivação e cansaço/distração foram constantes ao longo da execução de todas as tarefas. De uma forma global o aluno A6 mostrou sempre alguma motivação e satisfação na realização das tarefas e nunca revelou distração ou cansaço. De notar que o aluno A6 só verbalizava quando tinha que justificar a sua resposta para mostrar o seu descontentamento (cf. Apêndice 23).



**Gráfico 34: Motivação/satisfação e cansaço/distração por atividade, aluno A6**

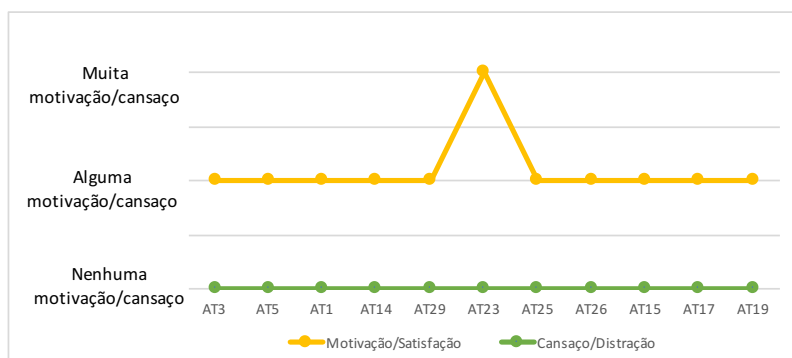
Quanto ao aluno A7, registaram-se quebras na motivação e satisfação expressivas nas atividades AT24, A25 e AT32. Nas atividades AT30, AT17 e AT19 a quebra da motivação e satisfação não foi tão expressiva. Verifica-se ainda que os níveis de distração ou cansaço são mais elevados nas atividades AT25 e AT32 (cf. Gráfico 35). Estas quebras na motivação e satisfação e manifestações durante a execução de algumas atividades deveram-se ao facto de o aluno não ter sido bem-sucedido na realização das mesmas.



**Gráfico 35: Motivação/satisfação e cansaço/distração por atividade, aluno A7**

*(B) REAÇÃO PERANTE O FEEDBACK DE REFORÇO/TUTORIAL*

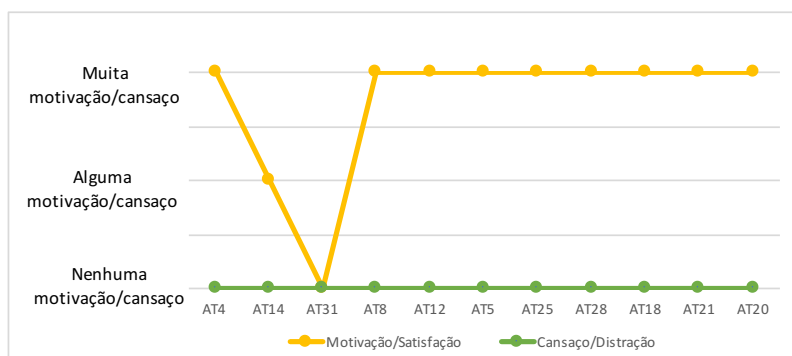
A análise da reação de cada aluno perante o *feedback* de reforço/tutorial foi realizada com base na observação direta e na apreciação dos níveis da motivação/satisfação e cansaço/distração descritos anteriormente. Observando estes níveis no comportamento do aluno A3 (cf. Gráfico 36), verifica-se que foram constantes ao longo da realização das tarefas. De notar que na atividade AT23 houve *feedback* tutorial, tendo o aluno estado bastante atento e motivado, acabando por reproduzir o que viu no vídeo do *feedback* tutorial.



**Gráfico 36: Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial por atividade, aluno A3**

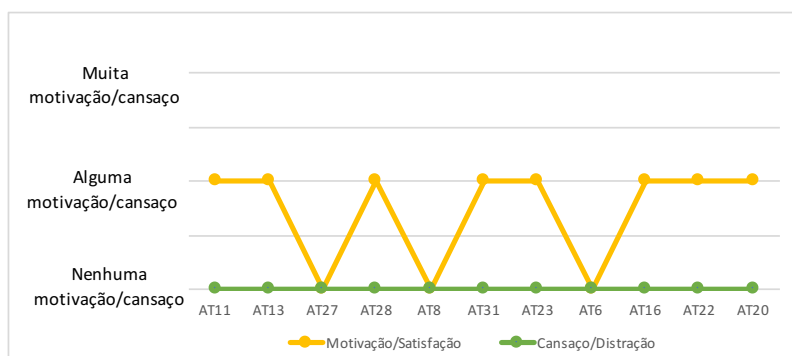
Relativamente às reações do aluno A4 perante o *feedback* de reforço (cf. Gráfico 37), observa-se uma pequena quebra na motivação na atividade AT14. A quebra de motivação mais acentuada verificou-se na atividade AT31 no aparecimento do *feedback* positivo “parabéns!”. Esta constatação é auferida pelas verbalizações deste aluno e pelo facto de este só ter dado a resposta

correta a esta atividade na terceira tentativa de resolução. Observou-se ainda que o aluno A4 mostrou níveis de motivação elevados perante os *feedbacks* que ia recebendo, contudo, o aluno teve reações negativas aquando o aparecimento do *feedback* negativo, como podemos constatar pelas suas verbalizações ao longo da realização das atividades propostas (cf. Apêndice 22).



**Gráfico 37: Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial por atividade, aluno A4**

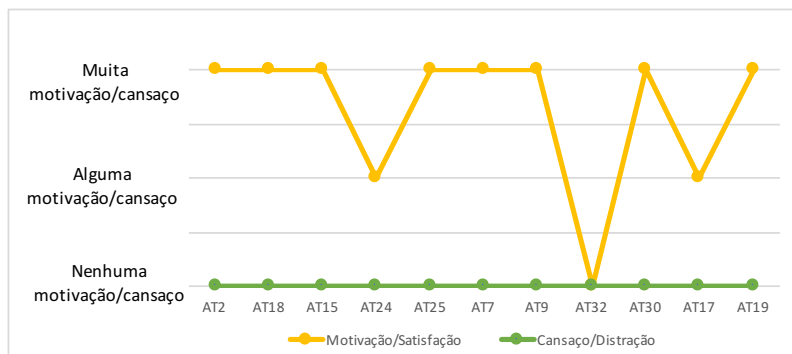
Analisando agora a reação do aluno A6 perante o *feedback* de reforço/tutorial (cf. Gráfico 38), verifica-se que as quebras na motivação ocorreram durante a execução das atividades AT27, AT8 e AT6 aquando o surgimento do *feedback* negativo ou quando surgia o campo para justificar as respostas. Importa referir que o aluno A6 quando recebia o *feedback* positivo por ter acertado nas respostas não mostrava nenhuma reação perante o *feedback*. Apenas mostrava algum tipo de reação quando não acertava, muitas vezes por admiração de ter errado na resposta.



**Gráfico 38: Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial por atividade, aluno A6**

Analisando agora as reações do aluno A7 perante os *feedbacks* de reforço (cf. Gráfico 39), verifica-se que o aluno A7 mostrava muita motivação e satisfação aquando o aparecimento dos *feedbacks* positivos. As quebras de motivação e satisfação registaram-se nas atividades AT24, AT32 e AT17, aquando o aparecimento dos *feedbacks* de reforço negativos. De referir ainda que os níveis de motivação e satisfação mais baixos foram registados na atividade AT32 aquando o aparecimento do *feedback* de passagem para outra atividade, o que levou a que o aluno quisesse desistir nas

atividades seguintes. Não foram registados algum tipo de distração ou cansaço durante a visualização dos *feedbacks*.



**Gráfico 39: Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial por atividade, aluno A7**

#### 6.3.1.2.5 Entrevistas às professoras de educação especial

As entrevistas às professoras de educação especial que acompanharam os alunos durante as sessões de teste e avaliação inicial do protótipo tiveram o intuito de apoiar o processo de recolha de dados conducente à primeira aferição do protótipo do ambiente digital de aprendizagem matemática LEMA, de forma a averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas ao perfil do utilizador. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas no agrupamento de escolas de referência, tendo sido gravadas na íntegra e feita a transcrição livre das mesmas, à qual se seguiu a codificação e respetiva análise de conteúdo com recurso ao software WebQDA.

As categorias de análise de conteúdo foram definidas com base na estrutura do guião de entrevista (cf. Apêndice 25) por forma a facilitar o processo de interpretação e inter-relação dos dados recolhidos: (a) caracterização do ambiente digital LEMA; (b) utilização do ambiente digital LEMA por parte dos alunos; (c) desenvolvimento do raciocínio matemático; (d) mais-valias do ambiente digital LEMA; (e) principais fragilidades do ambiente digital LEMA; (f) sugestões a implementar no LEMA; e (g) utilização futura do LEMA.

Seguidamente serão apresentados alguns excertos de conteúdos das transcrições realizadas. De notar que o universo dos entrevistados é constituído apenas por 3 professoras. A cada professora foi atribuído um código de forma a garantir a confidencialidade dos mesmos e facilitar a sua identificação, tendo sido adotado o código “Dee” seguido de letras de “MP”, “EL” e “CN”, ou seja, Dee\_MP, Dee\_EL e Dee\_CN.

Relativamente ao nível da caracterização do ambiente digital LEMA, a totalidade das entrevistadas relataram a facilidade de utilização do ambiente, a navegabilidade intuitiva, simples e eficiente, um ambiente amigável e apropriado às crianças/jovens com PEA, sublinhando a importância do LEMA incorporar enunciados simples, claros e objetivos acoplados com imagens ilustrativas e apresentar uma ambiente gráfico cuidado. Da mesma forma a totalidade dos

entrevistados referiu a adequação dos *feedbacks* de reforço, contudo um entrevistado referiu o facto de alguns *feedbacks* serem um pouco infantilizados e outro mencionou que alguns *feedbacks* podiam ser mais objetivos, como o caso do *feedback* “vê melhor”. Considerando as características da PEA, este tipo de *feedback* pode levar a que os utilizadores caiam num movimento estereotipado, de por exemplo ver um vídeo repetidas vezes até ver melhor. Quanto à adequação dos *feedbacks* tutoriais, importa sublinhar um comentário referido por um dos docentes que indicou que os *feedbacks* tutoriais não são os mais adequados, sugerindo que estes, em vez de dar as respostas, fossem antes pistas para a resolução das atividades, o que ajudaria no desenvolvimento do raciocínio. A potencialidade do LEMA para a aprendizagem autónoma dos alunos com PEA foi referida por 2 professoras. Ainda a este respeito, importa referir o comentário da professora que não concordou com esta afirmação: esta indicou que o LEMA representa um ambiente avaliativo porque propõe uma atividade e o utilizador recebe o *feedback* positivo ou negativo e assim sucessivamente. Para que este possa ser um ambiente potenciador de aprendizagem autónoma, a professora referiu que a questão tutorial teria que estar mais presente em termos dos conceitos matemáticos, da exemplificação e em dar pistas/exemplos para ajudar na resolução das atividades no sentido da promoção do raciocínio matemático (cf. Tabela 21).

**Tabela 21: Entrevista às professoras de educação especial, caracterização do protótipo LEMA**

Caraterização do protótipo LEMA		Dee_MP	Dee_EL	Dee_CN	Total
Facilidade de utilização		1	1	1	3
Navegabilidade intuitiva, simples e eficiente		1	1	1	3
Enunciados claros		1	1	1	3
Ambiente amigável apropriado a crianças/jovens com PEA		1	1	1	3
<i>Feedback</i> de reforço adequados	Sim	1	1	1	3
	Não	0	1	1	2
<i>Feedback</i> tutoriais adequados	Sim	1	0	0	1
	Não	0	1	0	1
	Não sei	0	0	1	1
Ajustado às necessidades das PEA	Enunciados simples, claros e objetivos	1	1	1	3
	Apresentação gráfica	1	1	1	3
	Questões acopladas com imagens	0	1	1	2
Potenciador de aprendizagem autónoma	Sim	1	0	1	2
	Não	0	1	0	1

#### **Facilidade de utilização**

“Achei muito fácil...”, **dee\_MP**

“Parece-me que é fácil, quer dizer as questões estão colocadas de forma clara, parece-me que é fácil... bem eu não sou da matemática, quanto a isso não posso dizer nada... mas em termos visuais, acho que é fácil, depois as instruções são dadas passo a passo.”, **dee\_EL**

“Eu achei um programa muito fácil, aliás não foi explicada a metodologia de utilização do programa a nenhum dos miúdos e eles conseguiram perfeitamente sem nenhuma explicação. Portanto, é muito fácil.”, **dee\_CN**

**Tabela 21: Continuação**

<b>Caraterização do protótipo LEMA</b>
<p><b>Navegabilidade intuitiva, simples e eficiente</b></p> <p>“É muito intuitiva, muito fácil, o aluno não apresentou qualquer dificuldade em trabalhar com o rato e posso até acrescentar que é muito raro aqui em contexto de escola ele usar os computadores...”, <b>dee_MP</b></p> <p>“Acho que sim... no ano passado não era mas agora sim... é fácil e intuitiva.” <b>dee_EL</b></p> <p>“Acho que sim, porque os miúdos conseguiram fazer as coisas sem ajuda, alguns de forma intuitiva...”, <b>dee_CN</b></p> <p><b>Enunciados claros</b></p> <p>“Sim, sim, uma das coisas que eu reparei é que os enunciados não tinham muita informação, só tinham a informação que de facto era necessária, ... aqui (LEMA) achei que não, eram de facto enunciados curtos, de fácil perceção... Portanto, achei que eram bastante adequados, não havia ali informação excessiva...”, <b>dee_MP</b></p> <p>“...as perguntas, os enunciados em si são claros e são fáceis... mas de um modo geral acho que é claro, são coisas muito objetivas, curtas, o que eu acho que é muito importante não ter muita mensagem e depois com as exemplificações em termos de imagens acho que está bom.”, <b>dee_EL</b></p> <p><b>Ambiente amigável e apropriado a crianças/jovens com PEA</b></p> <p>“Sim, de facto é apropriado, atrativo. No caso do aluno fiquei surpresa como há pouco referi, ele tem dificuldade na comunicação matemática, justificar o raciocínio dele, ele tentou pelo menos fazer isso à maneira dele e isso foi bastante positivo, foi aquilo que mais me surpreendeu no projeto porque tendo em conta as caraterísticas do aluno.... e nos testes são questões que eu tento cortar...”, <b>dee_MP</b></p> <p>“Sim, porque é uma estratégia muito visual, que geralmente é a área forte deles e portanto é muito adequado às perturbações do espectro do autismo.”, <b>dee_CN</b></p> <p><b>Feedback de reforço adequados</b></p> <p>“Sim, eu acho que sim.... o reforço negativo é dito de uma forma pensa outra vez, tenta de novo, não tem uma mensagem muito negativa. não conseguiste, vá passa à questão seguinte... não, fá-lo volta atrás, pensar na resposta mas de uma forma positiva, sem ser com uma conotação negativa.”, <b>dee_MP</b></p> <p>“Acho que estão bem.... pensando na idade do aluno acho que estava a apelar, às vezes a entoação da voz pareceu-me um bocadinho infantil ... Agora o que estava escrito, a mensagem escrita (enunciados) acho que estava muito bem, o reforço, o apelar ao tentar de novo acho que estava muito bem...”, <b>dee_EL</b></p> <p>“São, bem não sei se repararam que ele até verbalizava "olha, acertei!", já o ***** (Aluno A4) achou um pouco infantilizado... o facto de lhe dar os parabéns sim mas depois o dizer pensa melhor, ele estava à espera do erro... deixe-me dizer só mais uma coisa, no caso do ***** (Aluno A7), quando foi aquele vídeo da folha que ele errou a primeira vez, a explicação que veio a seguir foi volta a ver ou vê melhor e portanto ele viu 3 ou 4 vezes até ver melhor... muitas vezes temos que especificar melhor, por exemplo, vê mais uma vez porque para ele o ver melhor podia ser ver 10 vezes e estava ali a repetir o vídeo até conseguir ver melhor...”, <b>dee_CN</b></p> <p><b>Potenciador de aprendizagem autónoma</b></p> <p>“sim, porque tem a tal informação tutorial, quando o aluno não consegue resolver o exercício com sucesso e depois vai-lhes dando algumas dicas ao longo da resolução, isto quando se o aluno está a tentar resolver o exercício e não está a ser bem sucedido, aparece a mensagem "Tenta de novo." , ele volta a atrás e vai tentando até conseguir ter direito e uma coisa curiosa, ainda bem que o aluno voltou a repetir, vimos que de facto que ele ao realizar uma segunda vez as atividades do LEMA, ele fez de uma forma mais célere, quase sem nenhuma dificuldade, é porque houve ali aquisições, até porque apareceu ali (LEMA) atividades semelhantes mas ao mesmo tempo diferentes... ele conseguir ter mais êxito na sua resolução...”, <b>dee_MP</b></p> <p>“Bem, não sei se é de aprendizagem, não sei bem como dizer ... eu acho que só seria de aprendizagem se a questão do tutorial fosse de dar exemplos e de chegar lá. Portanto, este todo, imaginemos que o aluno ia aprender uma matéria, se calhar precisa dessa parte toda mais tutorial, porque senão estamos a avaliar. Eu acho que aqui tem as duas vertentes, parece-me a mim, tem a vertente de avaliar, põe exercícios e faz, depois tu não consegues e tens o <i>feedback</i> tutorial, então aí seria a aprendizagem. Portanto, seria avaliação e aprendizagem e se for dedicado só para a aprendizagem, então acho que teria que ter mais a questão da exemplificação.”, <b>dee_EL</b></p>

No que diz respeito à utilização do LEMA por parte dos alunos, a totalidade das professoras entrevistadas mencionou que a quantidade de informação em cada ecrã e o ambiente gráfico do LEMA são adequados aos utilizadores com PEA, bem com o LEMA atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão dos utilizadores. Questionadas acerca dos ecrãs que despoletam maior atenção do utilizador, a totalidade dos entrevistados referiu os ecrãs que integram a seleção de itens. Observa-se ainda que 2 professoras indicaram que os ecrãs que incorporam a observação de vídeos despertam igualmente a atenção dos utilizadores com PEA, como também os ecrãs que incorporam campos de entrada de dados e o ecrã do *feedback* tutorial foram apontados por uma das professoras entrevistadas (cf. Tabela 22).

**Tabela 22: Entrevista às professoras de educação especial, utilização do ambiente digital LEMA por parte dos alunos**

Utilização do ambiente digital LEMA por parte dos alunos		Dee_MP	Dee_EL	Dee_CN	Total
Quantidade de informação no ecrã adequada		1	1	1	3
Ambiente gráfico adequado		1	1	1	3
Ecrãs que despertam atenção do utilizador	Seleção de itens	1	1	1	3
	Observação de vídeos	0	1	1	2
	Entrada de dados	1	0	0	1
	<i>Feedback</i> tutorial	0	1	0	1
Atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão		1	1	1	3
<b>Quantidade de informação no ecrã adequada</b>					
“Eu achei a adequada, achei que as questões não tinham muito texto, que é uma das coisas que nós pedimos aos professores, na formulação das questões que retirem o texto que está em excesso, e eu achei que aqui as questões estavam formuladas nesse sentido e depois apoiadas pela imagem, claro.”, dee_CN					
<b>Ambiente gráfico adequado</b>					
“apresentação gráfica, a forma como a informação também é apresentada, não está tudo condensado, é apresentado tudo de uma forma atrativa, em que eles podem depois manipular o rato para dar alguma informação. Eu achei que de facto está bem concebido, as cores estão bem, que também ajudam a visualizar e a ser muito mais atrativo.” dee_MP					
<b>Ecrãs que despertam a atenção do utilizador</b>					
“os ecrãs que eles gostam mais é o vídeo e depois é ter as opções e depois é o responder por escrito, isso é fácil! Porque de facto os vídeos captam muito a atenção, nas respostas por escrito são questões que eles também gostam de fazer, as que menos gostam e onde têm uma atenção menos dirigida é nas questões por escrito onde têm que responder “, dee_CN					
<b>Atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão</b>					
“Sim, já tinha dito que sim, até disse há pouco que uma das coisas que reparei é que a linguagem é uma linguagem rigorosa, científica... Sim, achei que de facto era uma linguagem rigorosa, cá está o volume de informação não é excessivo, estava bastante claro e compreensível.”, dee_MP					
“Acho que sim, acho que a linguagem está muito acessível em termos linguísticos, acho que está bem.”, dee_EL					

Em relação à questão sobre o interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento do raciocínio matemático, as entrevistadas referiram que o LEMA reforça a interiorização e a consolidação das aprendizagens. O facto de ser um ambiente audiovisual motiva e

facilita a aprendizagem, tendo ainda sido realçado o facto de as atividades implementadas no LEMA e o *feedback* tutorial contribuírem para o desenvolvimento do raciocínio matemático. A adequação dos conteúdos e vocabulário no sentido da promoção do raciocínio matemático às especificidades dos alunos em estudo foi referida por todas as entrevistadas. Apesar da totalidade das professoras referir que as atividades incorporadas no LEMA são estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de crianças/jovens com PEA, todos referiam que considerando, o universo das PEA, o LEMA só se adequa a alguns perfis de utilizadores, sugerindo que para abranger um maior número de utilizadores com PEA, em algumas atividades teria que haver uma maior estruturação, o desmembramento de uma atividade em subtarefas e a diminuição de grau de dificuldade. Igualmente indicaram que as estratégias utilizadas no LEMA para a promoção do raciocínio matemático são eficazes. Importa referir três sugestões de outras estratégias referidas por uma das professoras entrevistadas: que as instruções das atividades fossem dadas mais passo a passo, que houvesse uma explicação dos conceitos ainda mais pormenorizada e que o *feedback* tutorial fosse fornecido com exemplos ou pistas de forma a contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático (cf. Tabela 23).

**Tabela 23: Entrevista às professoras de educação especial, desenvolvimento do raciocínio matemático**

Desenvolvimento do Raciocínio Matemático		Dee_MP	Dee_EL	Dee_CN	Total
Interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento do RM	Consolidar aprendizagens	1	1	0	2
	Desenvolver o RM	1	1	0	2
	<i>Feedback</i> tutorial/explicação conteúdos	0	1	0	1
	Motiva a aprendizagem	0	1	1	2
	Facilita a aprendizagem	0	0	1	1
Conteúdos e vocabulário adequados às PEA		1	1	1	3
Atividades estruturadas e adaptadas		1	1	1	3
Estratégias no sentido da promoção do RM eficazes		1	1	1	3
Estratégias no sentido da promoção do RM a implementar	Instruções passo a passo	0	1	0	1
	<i>Feedback</i> tutorial (pistas)	0	1	0	1
	Explicação de conceitos	0	1	0	1

**Interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento do RM**

“...o que demonstra que de facto se for utilizado repetidas vezes poderá ajudar os alunos a desenvolver o raciocínio, a interiorizar e a consolidar alguns dos conteúdos que eles vão dando nas aulas...”, **dee\_MP**

“Acho que a questão da parte visual é importante, pronto o facto de ser no computador já é mais motivador, Depois o facto de eles próprios poderem tentar, acho que é muito importante, acaba por em termos do desenvolvimento do raciocínio, se não percebeu, continuo achar que se não percebeu devia ter a explicação, eu acho que as questões que se põem apelam a isso, ao desenvolvimento do raciocínio.”, **dee\_EL**

“É assim, o facto de ser um programa audiovisual em que a motivação já está lá e são coisas que os meninos gostam, facilita muito a aprendizagem, não é? porque em todas as tarefas em que a motivação já está implícita é sempre muito mais agradável e mais fácil aprender...”, **dee\_CN**



**Tabela 23: Continuação**

<b>Desenvolvimento do Raciocínio Matemático</b>
<p><b>Atividades estruturadas e adaptadas</b></p> <p>“Sim. É assim nós temos que estruturar as atividades aos estilos de aprendizagem ... agora se considerarmos o universo dos alunos com perturbações do espectro do autismo, se pusemos aqui alguns alunos eles não conseguiriam fazer nada disto, até mesmo o aprender a responder às tarefas, a manusear o rato iria demorar muito tempo... Portanto, o LEMA adequa-se a alguns alunos que de facto têm mais competências, a outros muito dificilmente conseguiriam fazer o que está aqui ou então tínhamos que diminuir o grau de dificuldade consideravelmente...”, <b>dee_MP</b></p> <p>“O importante realmente é que como estes alunos funcionam com tudo muito estruturado, eu acho que se for uma questão mais complicada que implique mais raciocínio, se estiver estruturada, desmembrada, acaba por ser mais fácil e promover mais o raciocínio, ou seja, levá-lo ao raciocínio.”, <b>dee_EL</b></p> <p>“Sim, eu já tinha dito que as próprias imagens estruturam-lhe a tarefa e portanto estão adaptadas áquilo que eles necessitam. É evidente que mesmo dentro das Perturbações do Espectro do Autismo, nós não somos fundamentalistas e há miúdos que precisam de uma estruturação maior do que outros, ... Mas quer num caso quer noutro as tarefas estavam muito bem estruturadas e isso facilita-lhes a compreensão da tarefa e o planeamento...”, <b>dee_CN</b></p> <p><b>Estratégias no sentido da promoção do RM</b></p> <p>“as estratégias é um bocadinho do que está aqui, é apresentada uma questão ao aluno em que é dada a hipóteses de ele responder, se errar ele tem que tentar novamente, pensar na resposta e depois reformular e tentar fazer de novo, testar o seu raciocínio. acho que em todas elas o aluno tinha que pensar, ele não poderia responder sem pensar, todas elas apelavam pelo menos que ele tivesse que raciocinar e de facto relacionar com conteúdos que já tinha dado alguns deles. como as áreas, a reflexão, tinha que saber o que era um eixo de reflexão ....”, <b>dee_MP</b></p> <p>“... em algumas situações poderia estar mais passo a passo, mas continuo achar que só se for na parte da explicação, porque na parte das questões, parece-me que as questões estão equilibradas e apelam ao raciocínio ... eu continuo a achar que o importante disto é a linguagem e as imagens, depois se houver uma explicação ainda mais pormenorizada, que passo a passo leve ao raciocínio, dá para qualquer aluno.”, <b>dee_EL</b></p> <p>“mas continuo a achar que ele chegaria lá com exemplos e não dando a resposta, acho que temos que trabalhar mais a parte tutorial ... para levar ao sucesso... porque dando a resposta é um sucesso fácil e não tem interesse, não estimula o raciocínio...”, <b>dee_EL</b></p> <p>“... para mim foi ótimo ... foram todas contempladas as estratégias que eu utilizo no dia-a-dia.”, <b>dee_CN</b></p>

Todas as professoras sublinharam a importância do LEMA para o desenvolvimento do raciocínio matemático no contexto da intervenção da PEA (cf. Tabela 24). Estas indicaram ainda que as mais-valias do LEMA no contexto da PEA relacionam-se com o facto de este ser uma ferramenta tecnológica que motiva a aprendizagem em crianças/jovens com PEA. Foi ainda referido que as atividades implementadas no LEMA promovem o desenvolvimento do raciocínio matemático, bem como a atenção, concentração e autonomia nos alunos com PEA, características que normalmente são deficitárias nestes alunos. Outras mais-valias mencionadas pelas professoras referem-se ao LEMA enquanto ambiente organizado e estruturado, com cores adequadas, o que vai ao encontro das características definidas na especificação deste protótipo.

**Tabela 24: Entrevista às professoras de educação especial, mais-valias do ambiente digital LEMA**

<b>Mais-valias do ambiente digital LEMA</b>	<b>Dee_MP</b>	<b>Dee_EL</b>	<b>Dee_CN</b>	<b>Total</b>
Ferramenta motivadora	1	0	1	2
Promove atenção/concentração	0	1	0	1
Promove autonomia	0	1	0	1
Organizado / estruturado	0	1	0	1
Cores adequadas	0	1	0	1
Promove raciocínio implícito	1	0	0	1

**Mais valias do LEMA**

“É uma ferramenta motivadora, alia a aprendizagem às novas tecnologias... achei curioso porque o aluno não teve nenhuma dificuldade em mexer no computador... hoje em dia tudo o que seja relacionado com as novas tecnologias acho que tem potencial para andar porque de facto são ferramentas motivadoras para os alunos e podem ajudá-los nas aprendizagens e a atingir as metas... a mais valia que eu achei que o LEMA tem é ao colocar uma questão, o aluno tem que resolver e pensar, já ali tem o raciocínio implícito e depois quando dá uma resposta errada tem que novamente refletir e de facto arranjar um raciocínio diferente porque o outro estava errado...”, **dee\_MP**

“é o aluno ser autónomo, depois de explicar fica ali interessado, vai trabalhar a atenção e a concentração, que normalmente é uma coisa deficitária, está organizado e estruturado, o que vai de encontro às características deles, acho que basicamente é isso... apesar de ter cor, não está muito exagerado porque senão eles podem pegar a determinado pormenor e esquecer o resto, por exemplo se tivesse muita luz, e movimento de luz, eles poderiam ficar agarrados a esses pormenores e ficar distraídos. Portanto, acho que está bem, que corresponde às características destes alunos.”, **dee\_EL**

Na Tabela 25 encontram-se listadas algumas fragilidades encontradas pelas professoras de educação que monitorizaram os alunos durante as sessões de teste e avaliação inicial do protótipo, entre as quais se destacam: o campo para justificar as respostas algumas vezes não estava bem visível no ecrã e os alunos avançavam para a atividade seguinte sem justificar a sua resposta (indicado por 2 professoras); os constrangimentos que os alunos sentiam em ter que justificar as suas respostas; registou-se uma referência à inadequação da cor da instrução de apoio à interação em cada atividade; uma professora referiu que o LEMA deveria ser estruturado em unidades de forma a complementar a aprendizagem dos conteúdos que vão sendo lecionados nas aulas; uma professora relatou a dificuldade na compreensão da instrução de apoio à interação quando é para justificar a resposta “*Escreve no retângulo a justificação da tua resposta.*”, segundo a professora esta instrução pode causar alguma confusão quando a imagem alusiva à atividade é um retângulo; o *feedback* tutorial foi criticado por esta mesma professora, como sendo um *feedback* que dá a resposta e por isso não tem interesse, não estimula o desenvolvimento do raciocínio matemático; registou-se ainda uma referência em relação ao *feedback* que é dado quando o utilizador justifica a sua resposta e a justificação não é válida, tal como aconteceu com o aluno A4; o *feedback* “vê melhor” foi identificado com sendo pouco específico para crianças/jovens com PEA.

**Tabela 25: Entrevista às professoras de educação especial, principais fragilidades do ambiente digital LEMA**

<b>Principais fragilidades</b>	<b>Dee_MP</b>	<b>Dee_EL</b>	<b>Dee_CN</b>	<b>Total</b>
Campo para justificar resposta	1	1	0	2
Cor instrução de apoio à interação	1	0	0	1
Não ser estruturado em unidades	1	0	0	1
Instrução para justificar a resposta	0	1	0	1
<i>Feedback</i> tutorial dá a resposta	0	1	0	1
Validação da justificação	0	0	1	1
<i>Feedback</i> “Vê melhor!”	0	0	1	1

**Principais fragilidades do LEMA**

“São basicamente aqueles que já falamos, aquela questão da explicação e o campo para justificar... pois é assim eles têm que justificar para perceber o raciocínio, isso não é tão motivador para eles, mas é importante... para a criança em si a justificação só a leva a pensar, a expressar o modo como lá chegou, mas ajuda mais o professor a perceber como é que ele chegou lá, é evidente que se nós pensámos sobre as coisas já estamos num estado mais elaborado, quando consigo explicar aquilo que fiz e qual foi o processo que por lá cheguei é complicado, por isso daí eu achar que a justificação é difícil para alguns miúdos. Ele próprio dizia "oh, e agora como é que eu explico", eu percebo que isso (a justificação) seja importante, principalmente para quem está a monitorizar, para o aluno pode vir a ser um constrangimento, não aderir tanto aquilo... imaginemos que não deixava avançar sem responder, o que não acontece porque ao fim de 3 tentativas ele avança, mas imaginemos que não deixava avançar, isso poderia ser um constrangimento em termos de motivação.”, **dee\_EL**

“Os problemas são, ou tem que ser muito bem estruturado em unidades ou então só poderá ser aplicado no final do ano quando eles já deram os conteúdos todos, por exemplo se fosse apresentado ao \*\*\*\*\* (Aluno A3) no início do ano este programa LEMA havia aqui exercícios que ele se calhar não conseguia resolver até porque havia matérias que ele ainda não tinha dado. Portanto, tem que ser de facto estruturado de forma a complementar as aprendizagens dos conteúdos que eles estão a lecionar, por exemplo isto tem que ser feito como uma sequência para ser entendido, ... tem que haver um timing para ser dado porque se for dado no início do ano sem ser trabalhado os conteúdos, ele não consegue... penso que é um fator que deve ser tido em consideração...” , **dee\_MP**

“Só houve ali uma questão que o \*\*\*\*\* (Aluno A4) ter falhado e ter dito "não sei" e o programa não reconheceu, a resposta "não sei" considerou-a como certa, não se isso era mesmo assim.... deixe-me dizer só mais uma coisa, no caso do \*\*\*\*\* (Aluno A7), quando foi aquele vídeo da folha que ele errou a primeira vez, a explicação que veio a seguir foi volta a ver ou vê melhor e portanto ele viu 3 ou 4 vezes até ver melhor... entende , muitas vezes temos que especificar melhor, por exemplo, vê mais uma vez porque para ele o ver melhor podia ser ver 10 vezes...” , **dee\_CN**

Questionados sobre a pertinência da utilização deste ambiente digital de aprendizagem em sala de aula, a totalidade das entrevistadas referiu ser uma mais-valia para motivar a aprendizagem da matemática, apesar de todas as condicionantes inerentes à sua aplicação na sala de aula. No que concerne às características a implementar e possibilidades de adaptação e personalização no sistema do ambiente digital LEMA em função das especificidades dos utilizadores com PEA, foi referido, pela totalidade das entrevistadas, a possibilidade de diminuir o grau de dificuldade de algumas atividades atendendo à diversidade de perfis de funcionalidade dos utilizadores com esta perturbação. Foi sugerido que o LEMA poderia ser estruturado em unidades/tópicos do programa e metas curriculares para a aprendizagem da matemática a fim de seleccionar atividades de acordo com os conhecimentos e competências de cada utilizador. Uma das professoras sugeriu que o *feedback*

tutorial fosse fornecido através de pistas passo a passo, de forma a levar os utilizadores à resposta certa e, assim, contribuir para o desenvolvimento do seu raciocínio matemático. Registou-se ainda a possibilidade de incorporar a leitura áudio dos enunciados para os utilizadores que tenham dificuldades na leitura e a possibilidade de desdobrar os problemas mais complexos em tarefas mais simples. Sublinharam a necessidade do sistema informar/avisar cada utilizador das condições de realização das atividades, ou seja, do objetivo que se pretende alcançar, número de atividades a realizar, tempo que têm para a execução das atividades, como também sublinharam a importância da existência de um *feedback* não só verbal do sucesso ou insucesso do utilizador, isto é, um *feedback* que permitisse ao utilizador saber quantas atividades acertou, quantas errou e saber quantas atividades ainda faltam para terminar o conjunto de atividades propostas. Estas últimas sugestões levariam à diminuição de ansiedade provocada pelo desconhecido aos utilizadores com PEA e dar-lhes-iam segurança para a execução das atividades (cf. Tabela 26).

**Tabela 26: Entrevista às professoras de educação especial, sugestões a implementar no LEMA**

Sugestões a implementar no LEMA	Dee_MP	Dee_EL	Dee_CN	Total
LEMA na sala de aula	1	1	1	3
Estruturar em unidades /outros tópicos matemáticos	1	0	0	1
Diminuir o grau de dificuldade das atividades	1	1	1	3
<i>Feedback</i> tutorial (pistas)	0	1	0	1
Leitura áudio do enunciado (opcional)	1	1	0	2
Instruções passo-a-passo	0	1	0	1
Condições de realização (instruções iniciais: objetivo número de atividades, tempo de realização)	0	1	0	1
<i>Feedback</i> de reforço	0	0	1	1

#### **LEMA na sala de aula**

“Acho porque serve de motivação, portanto, a sala de aula é uma sala como outra qualquer, esta apesar de ser uma sala de apoio não deixa de ser uma sala de aula, e isso era uma mais valia para nós, nós recorremos muitas vezes a vídeos e a jogos para os ensinar a matemática de uma forma mais lúdica e mais motivadora...”, **dee\_CN**

#### **Caraterísticas a implementar**

“... Já disse alguns conteúdos que acharia interessantes (organização e tratamento de dados) ... era bom que houvesse um capítulo para cada unidade ...tem que haver o cuidado em conciliar o programa aos conhecimentos, às competências que os alunos têm, tendo em conta o ano em que o aluno se encontra ... dependendo dos perfis algumas atividades teriam que ser mais simples, muito mais simples, “, **dee\_MP**

“... eu acho que é preferível dar pistas até que ele chegue lá do que dar a resposta, porque se houvesse uma pista, isso ajudaria ao raciocínio dele, um exemplo mas que não fosse a resposta, ser um exemplo que o levasse a chegar à resposta, isso era o preferível...A leitura em áudio do enunciado só será uma mais valia para aqueles alunos que têm dificuldade na leitura ... cada caso é um caso, se um aluno até pode ter um bom raciocínio lógico matemático mas tem dificuldades de leitura então aí pode ajudar ... mas o LEMA também pode ter as duas versões, essa possibilidade é importante.

... haver ali um *feedback* mais do sucesso dele ... ele ali vai perdendo a noção de quantas é que acertou, porque acaba sempre por acertar,... ou ao menos saber em que atividade está... por exemplo o número de atividades, até eu própria não sabia, a Isabel é que me disse no início são 11 atividades, mas fui-me perdendo.. E para estes meninos era muito importante que quando comessem saber... as condições de realização, digamos assim, seria importante introduzir... a eles cria-lhes menos ansiedade, aqui tenho a certeza do que estou a dizer, se souberem o que vão fazer, o número de atividades, o tempo que ele pode estar, eu isto acho que seria importante.”, **dee\_EL**

A totalidade das professoras referiu que gostaria de utilizar o LEMA no futuro, apontando as seguintes razões: a falta de material adequado às PEA para a promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático, o facto deste ambiente digital de aprendizagem ser uma ferramenta motivadora, que poderá levar a que os utilizadores com PEA desenvolvam o raciocínio e consolidem as suas aprendizagens. Considerando que a diversidade de perfis de utilizadores com PEA é muito grande, a diminuição do grau de dificuldade das atividades levaria a uma maior utilização do LEMA, mesmo numa unidade de apoio de ensino estruturado. Portanto, de acordo com as professoras entrevistadas a utilização do LEMA traz muitas vantagens em termos do desenvolvimento do raciocínio matemático (cf. Tabela 27).

**Tabela 27: Entrevista às professoras de educação especial, utilização futura do LEMA**

<b>Razões para a utilização do LEMA no futuro</b>	<b>Dee_MP</b>	<b>Dee_EL</b>	<b>Dee_CN</b>	<b>Total</b>
Falta de material adequado às PEA	1	0	0	1
Ferramenta motivadora	1	0	1	2
Consolidação das aprendizagens	1	0	0	1
Implementação de níveis de dificuldade mais baixos	1	1	0	1

**Razões LEMA no futuro**

“Claro que utilizaria e depois uma possibilidade a ficar em aberto é que nós quando trabalhámos com alunos com currículo específico e individual, nós temos muito a falta de materiais para trabalhar com esses alunos e materiais atrativos, eles adoram computadores... há jogos que vamos buscar e eles fazem, mas muitas vezes são jogos ou mais infantis... poderá haver uma atividade que o aluno não consiga fazer mas segue para a frente ou diminuirmos o grau de dificuldade na atividade seguinte ... é importante ter em atenção a diversidade de perfis que é muito dispar... é mais uma ferramenta motivadora e que poderá levar a que os alunos desenvolvam o raciocínio e consolidem as suas aprendizagens”, **dee\_MP**

“Claro, eu utilizava, mas continuo a dizer eu não sou área da matemática, mas isso não quer dizer que se fosse um aluno que estivesse no apoio e se houvesse atividades com níveis de dificuldade mais baixos, seria um programa a implementar numa sala de apoio até numa unidade, acho que seria muito importante porque traz muitas vantagens em termos do desenvolvimento do raciocínio.”, **dee\_EL**

#### 6.3.1.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO INICIAL E SUGESTÕES PARA A EVOLUÇÃO DO PROTÓTIPO

Os dados acima descritos, recolhidos durante a primeira aferição do protótipo desenvolvido, nomeadamente no que respeita à capacidade de interação, à capacidade de execução das tarefas, à avaliação da capacidade do raciocínio matemático e à satisfação e cansaço durante a utilização do ambiente digital LEMA, permitiram verificar que a primeira versão do protótipo do ambiente digital de aprendizagem matemática desenvolvido é de fácil interação e de utilização simples e intuitiva. Como observámos 33 tarefas de um total de 48 foram realizadas sem ajuda e com total autonomia, o que ilustra o papel do LEMA enquanto um importante instrumento de apoio à promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças com PEA.

No que concerne à capacidade de execução das atividades, verificou-se que 30 das 44 atividades realizadas pelos alunos foram terminadas com sucesso, sendo que a quantidade de

atividades executadas com insucesso foi muito baixa, como também, a quantidade de atividades em que os alunos necessitaram de ajuda verbal foi baixa. A análise da capacidade de execução das atividades revelou dados expressivos que permitiram identificar que a adequação científica-pedagógica das atividades incorporadas no protótipo está ajustada às necessidades específicas dos alunos com PEA no que respeita à aprendizagem matemática.

A avaliação da capacidade de raciocínio matemático levou-nos a concluir que os alunos participantes apresentaram um raciocínio matemático parcialmente estruturado ou estruturado na maioria das atividades propostas. Durante a execução das atividades, os alunos A3, A4 e A7 revelaram que reconhecem e raciocinam acerca das figuras geométricas planas e outras configurações geométricas de acordo com a sua aparência como um todo visual, descrevendo as partes e as propriedades das figuras informalmente, variando a precisão dessa descrição. Apresentam ainda dificuldades em estabelecer relações entre as propriedades das figuras. Em relação ao aluno com melhor desempenho, o aluno A6, para além de ser capaz de reconhecer e raciocinar acerca das figuras geométrica, foi capaz de identificar e descrever as propriedades das figuras geométricas através de uma análise informal das relações entre partes de uma figura e, de em algumas atividades, espelhar a sua argumentação usando uma combinação da comunicação formal e informal.

Os dados recolhidos sobre a motivação / satisfação e cansaço / distração indicaram que alunos durante a execução das atividades apresentaram níveis quase sempre constantes de alguma motivação/satisfação, dadas as suas dificuldades ao nível da interação social, e nenhum cansaço/distração.

Segundo a opinião das professoras que acompanharam os alunos durante as sessões de teste e avaliação inicial do protótipo, o protótipo desenvolvido é intuitivo, de fácil utilização, de navegação simples e amigável às crianças com PEA, atendendo às suas necessidades, conhecimentos e aptidões linguísticas. Os dados recolhidos nas entrevistas também são indicadores de que o protótipo desenvolvido despoleta o desenvolvimento do raciocínio na medida em que reforça a consolidação das aprendizagens matemáticas. Destaca-se ainda o facto de ser um ambiente digital audiovisual, conter *feedbacks* tutorais e atividades que para além de desenvolver o raciocínio matemático, promovem a atenção/concentração e autonomia. O protótipo desenvolvido foi descrito como um ambiente estruturado, organizado e apropriado às características das crianças com PEA. Apesar das opiniões das professoras entrevistadas serem bastante favoráveis, também indicaram as fragilidades nele encontradas e forneceram importantes sugestões para a evolução do protótipo.

A fase de avaliação inicial do protótipo foi muito importante para melhorar a interface do utilizador, redesenhar algumas atividades incorporadas no protótipo e para corrigir todas as fragilidades detetadas ao longo das sessões com os quatro utilizadores finais, a fim de aperfeiçoarmos a versão final do protótipo.

Com efeito, apesar dos dados recolhidos durante as sessões de avaliação inicial do protótipo terem sido expressivos de que as atividades incorporadas na primeira versão do protótipo do LEMA desenvolvido se adequam às crianças e jovens com PEA, e que os alunos que participaram nestas sessões melhoraram o seu desempenho ao nível do raciocínio matemático ao interagir com o LEMA em relação ao seu desempenho no estudo preliminar efetuado, ressaltamos que o tempo decorrido entre o estudo preliminar realizado e a avaliação inicial do protótipo pode ter influenciado os resultados obtidos. Estes dados forneceram importantes indicadores para o melhoramento do protótipo e permitiram avançar com as primeiras reformulações do mesmo, para que efetivamente possa promover o desenvolvimento de capacidades matemáticas, atendendo à heterogeneidade que estas crianças e jovens tipicamente manifestam. Neste sentido, com base nos dados analisados, os reajustamentos do LEMA obedeceram aos seguintes indicadores listados na Tabela 28.

**Tabela 28: Indicadores para o I reajustamento do protótipo**

Indicadores para o I reajustamento do protótipo
[1] Terão que existir indicações ao longo da realização das atividades, de forma a que o utilizador tenha noção das atividades que já realizou, das atividades que faltam concluir;
[2] Repartição dos problemas matemáticos mais complexos em tarefas mais simples;
[3] Incorporação de <i>feedback</i> tutorial fornecido através de pistas passo a passo;
[4] Incorporação de <i>feedbacks</i> de reforço mais específicos;
[5] Diminuição do grau de dificuldade de algumas atividades atendendo à diversidade de perfis de funcionalidade dos utilizadores com esta perturbação;
[6] Incorporação de áudio nos enunciados;
[7] Alteração da forma como os utilizadores justificam a sua resposta face à tarefa apresentada; o campo de justificação deve ser ajustado;
[8] Reestruturação das instruções de apoio à interação;
[9] Explicação de conceitos matemáticos inerentes a cada tarefa matemática
[10] Incorporação de mais atividades que promovam o desenvolvimento da orientação e visualização espacial de acordo com as três famílias de tarefas apresentadas por (Gonzato, Fernández Blanco, & Godino, 2011)
[11] Terão de ser alterados os tipos de interação em algumas atividades para tornar o protótipo LEMA mais interativo e promotor do desenvolvimento de capacidades matemáticas.

A comunicação dos resultados alcançados durante as sessões de avaliação inicial da primeira versão do protótipo LEMA ao nível da capacidade de interação, capacidade de execução das atividades, motivação/satisfação e cansaço/distração durante a utilização do LEMA e dos indicadores para o primeiro reajustamento do protótipo, foi feita através da comunicação oral e publicação do artigo “Learning Environment for Autism Spectrum Disorders” nos *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion - DSAI 2016* (<https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3019943.3019967>) (Santos, Breda, & Almeida, 2016), e através de um poster apresentado no Research Day 2016

realizado na Universidade de Aveiro: “A Digital Mathematics Learning Environment for Autistic Children”, o qual mereceu o prémio de melhor poster em “ex aequo” na área de Artes e Humanidades.

### **6.3.2 I REAJUSTE DO PROTÓTIPO – SEGUNDA VERSÃO DO LEMA**

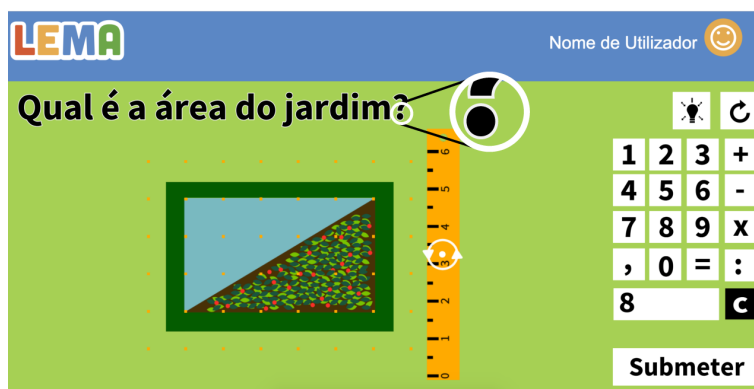
Os primeiros reajustes da interface do protótipo do ambiente digital LEMA (conduzidos no contexto dos resultados da primeira aferição acima mencionados) iniciaram com a reestruturação a nível conceptual das atividades prototipadas para a primeira versão do protótipo do LEMA e a conceção de novas atividades por parte da investigadora. Em colaboração com uma nova designer que integrou a equipa multidisciplinar da Linha Temática Geometrix em 2016 e com a recapitulação das principais características que o protótipo deveria possuir (cf. Tabela 14 da secção 6.2.1) e dos requisitos funcionais para as atividades matemáticas (cf. Tabela 15 da secção 6.2.2), o desenho gráfico das interfaces foi remodelado, considerando a nova dimensão da gamificação e a aplicação de elementos e técnicas de *design* de jogos em contexto de não entretenimento, como forma de reforçar a motivação do utilizador para que este leve a cabo um conjunto de tarefas, com prazer, seduzindo-o para um determinado objetivo quantificável (Zichermann & Cunningham, 2011).

Yu-Kai (2015, p.3) define a gamificação como “*the craft of deriving all the fun and addicting elements found in games and applying them to real-world or productive activities*”. Mais especificamente, a gamificação é uma aplicação do jogo-pensamento e mecânica do jogo para envolver os utilizadores a resolver problemas. Esta estratégia é flexível, podendo ser prontamente aplicada a qualquer problema que possa ser resolvido através da influência da motivação e do comportamento humano em contextos de diferentes interações, como nas plataformas de aprendizagem (Zichermann & Cunningham, 2011).

A adoção da gamificação é justificada considerando o seu potencial no ultrapassar de obstáculos e sentimentos de insegurança e frustração. Na verdade, o jogo pode mudar o comportamento para melhor, com maior envolvimento do utilizador (Yu-Kai, 2015; Zichermann & Cunningham, 2011).

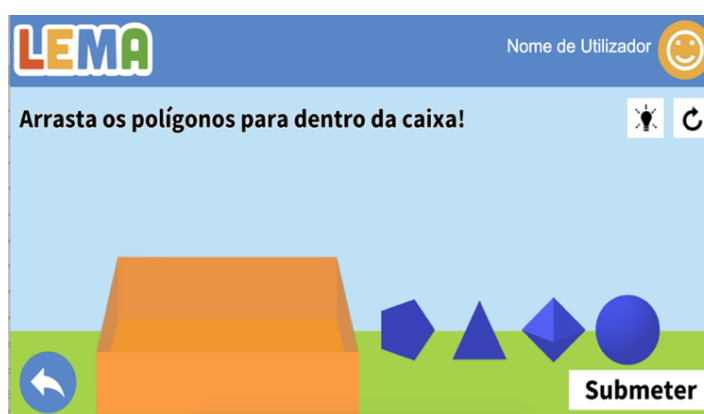
Além disso, as crianças com PEA muitas vezes respondem com bons resultados em atividades de aprendizagem envolvendo informações apresentadas visualmente (Oxland, 2004). O desenho gráfico da interface foi renovado, nomeadamente pela criação de novas estratégias de contraste entre fonte e fundo, principalmente, nas interfaces das atividades do protótipo LEMA, de modo a que os utilizadores se concentrem na resolução de cada atividade. Esta característica de *design* reflete-se por exemplo, na identificação de atividades, o título tem um contorno branco pequeno, para caber em fundos de cores diferentes (cf. Figura 19).





**Figura 19: Designação do contraste da fonte na atividade – 2ª versão LEMA**

Como as crianças com PEA podem enfrentar barreiras na compreensão da informação e na decodificação da linguagem, as características recomendadas para conceber uma interface para crianças com PEA, tal como referido anteriormente, são: o uso de linguagem simples, visual e textual; evitar jargões, erros ortográficos, metáforas e acrônimos; recorrer a termos, expressões, nomes e símbolos familiares ao contexto dos utilizadores (Darejeh & Singh, 2013); ser sucinto, evitando escrever parágrafos longos e usar marcas que facilitam o fluxo de leitura, como listas, títulos e ícones; usar imagens e rótulos de menu e ações compatíveis com o mundo real, representando ações concretas e atividades da vida cotidiana, a fim de ser facilmente reconhecido pelos utilizadores (Lau et al., 2007; Muñoz et al., 2013). Neste contexto, todas as atividades foram novamente projetadas dentro de um pensamento minimalista, com poucos itens no ecrã, interface clara com cores suaves, como verdes e azuis, que evocam uma sensação de calma (Morgenlander, 2015), sem elementos distratores ou imagens de fundo (cf. Figura 20) e uso de botões e ícones grandes (cf. Figura 21), criando uma interface visualmente atraente para estimular o pensamento matemático.



**Figura 20: Exemplo atividade implementada – 2ª versão LEMA**

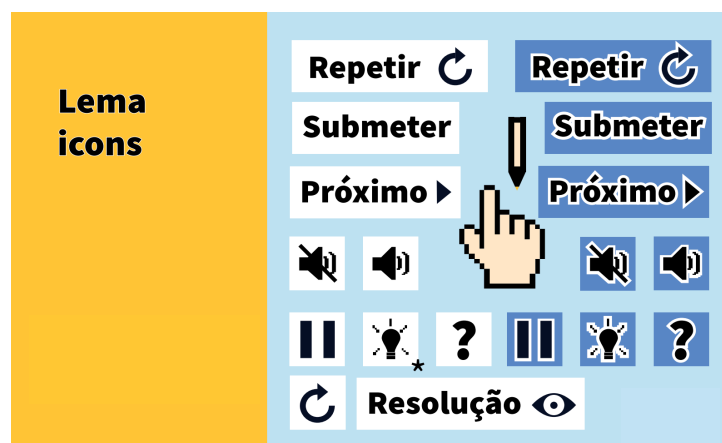


Figura 21: Botões e ícones – 2ª versão LEMA

Vários autores também sublinharam a importância do *feedback* para crianças com PEA, de forma a orientá-las na execução das tarefas (Greis & Raposo, 2013; Muñoz et al., 2013; Sitdhisanguan et al., 2011). Em conformidade com a revisão de literatura realizada, com as principais características definidas para o protótipo (cf. Tabela 14 da secção 6.2.1), com os requisitos funcionais das atividades (cf. Tabela 15 da secção 6.2.2) e os dados recolhidos nas sessões de teste e avaliação inicial do protótipo LEMA, houve a necessidade de reformular os *feedbacks* de reforço e tutorial.

Neste contexto, a segunda versão do protótipo LEMA fornece instruções claras e orientações sobre atividades para facilitar a compreensão do utilizador sobre o conteúdo, a fim de estimular, motivar e envolver os utilizadores. Por isso, e com o objetivo de promover uma comunicação eficiente entre o sistema e o utilizador, o LEMA fornece cinco tipos de *feedback*, abaixo descritos.

- **Feedback visual:** cada objeto quando selecionado no ambiente da atividade, aparece com um contorno extra para fornecer maior visibilidade ao objeto (Yu-Kai, 2015) (cf. Figura 22);
- **Feedback sonoro:** o sistema fornece *feedback* audível, realizado por *voice-over*, do enunciado, da explicação do conceito matemático a ela inerente e da sua solução.
- **Feedback informativo:** no final de cada atividade o utilizador é informado se a atividade está correta ou não (cf. Figura 23 e 24); no final de três tentativas falhadas para a resolução de uma atividade o utilizador pode tomar a decisão de voltar a repetir a mesma atividade ou avançar para atividade seguinte (cf. Figura 25); e no final do utilizador ter realizado um conjunto de atividades aparecerá o ecrã final dizendo que chegou ao fim (cf. Figura 26).

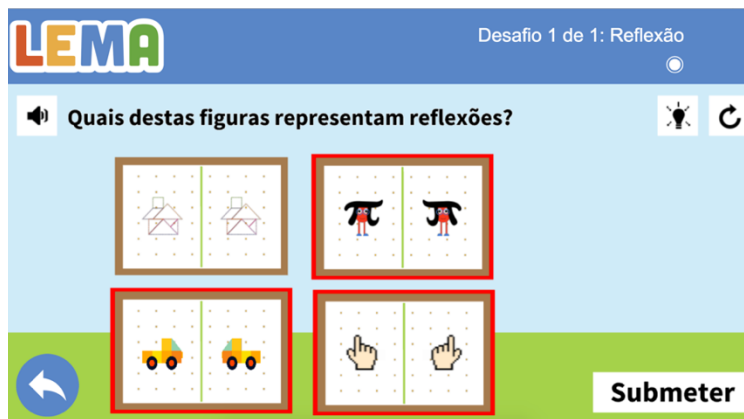


Figura 22: *Feedback* visual – seleção de um objeto – 2ª versão LEMA

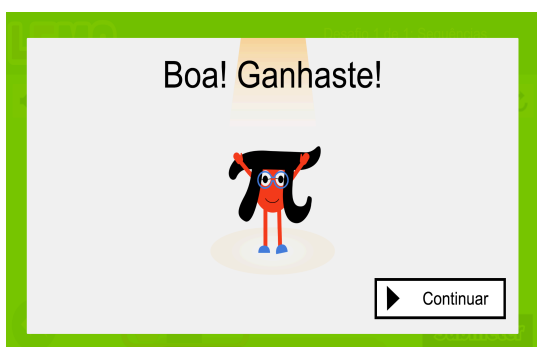


Figura 23: Ecrã *feedback* positivo no fim da execução correta da atividade – 2ª versão LEMA

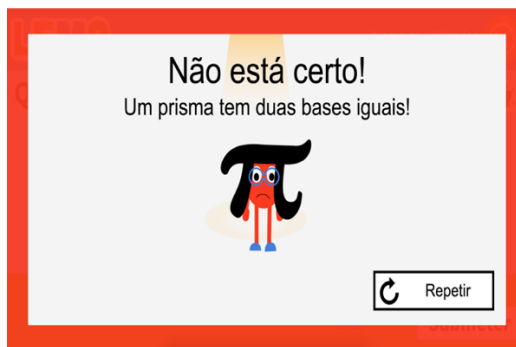


Figura 24: Ecrã *feedback* negativo com a indicação de uma pista para resolver a atividade – 2ª versão LEMA

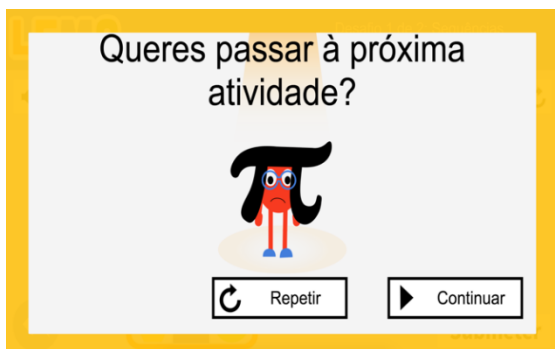


Figura 25: Ecrã no final de três respostas erradas – 2ª versão LEMA



Figura 26: Ecrã final de um conjunto de atividades pelo utilizador – 2ª versão LEMA

- O LEMA também fornece *feedback* de **conteúdo de aprendizagem**, de duas maneiras diferentes, como descrito abaixo.
  - **Objetivos gerais de instrução:** num contexto de atividade, no topo do ecrã aparece um botão "dica", com instruções úteis, incluindo definições de conceitos matemáticos inerentes a cada atividade (cf. Figura 27).

- **Objetivos Específicos da Aprendizagem:** em algumas atividades em que o grau de complexidade pode ser elevado para utilizadores com PEA, se o utilizador errar a resposta correta mais de 2 vezes, o sistema do LEMA obriga o utilizador a resolver a atividade passo a passo, ou seja, LEMA faz a partição da atividade em tarefas mais simples, fornecendo pistas para ajudar o utilizador na resolução da atividade (cf. Figura 28). Se o utilizador errar a resposta correta mais de 3 vezes, o utilizador tem a possibilidade de voltar a repetir a mesma atividade ou ver um vídeo interativo que mostra uma solução da atividade proposta (cf. Figura 29).

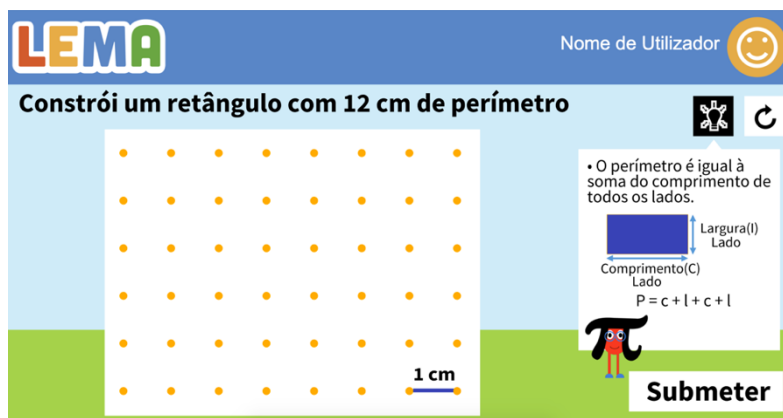


Figura 27: Ecrã com botão "dica", com a definição do conceito de perímetro – 2ª versão LEMA

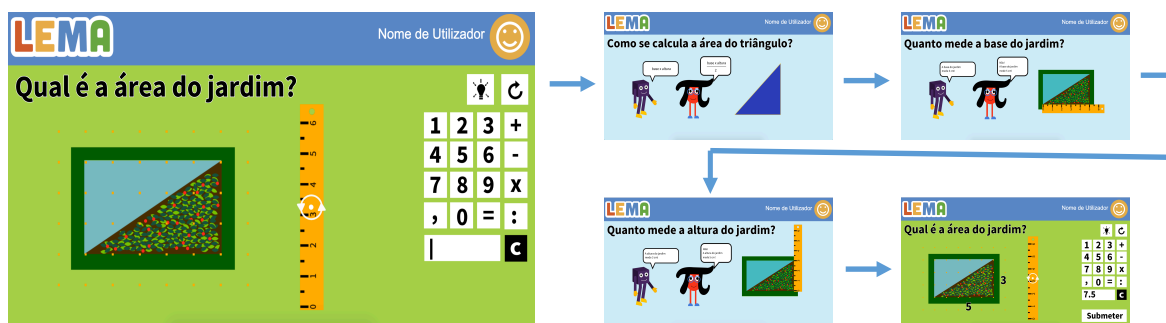
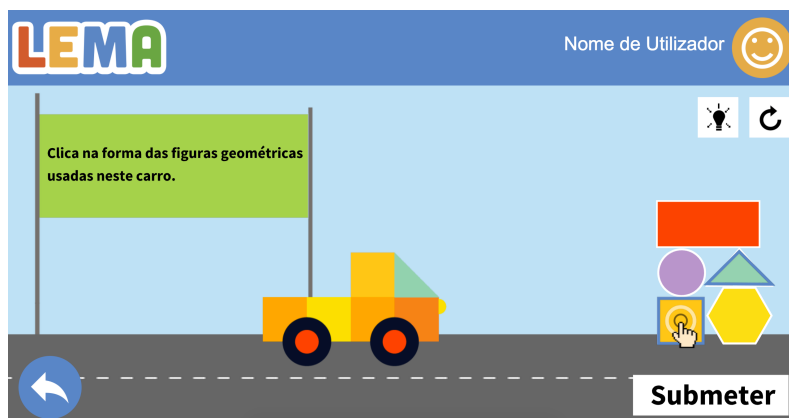


Figura 28: Partição de uma atividade em tarefas mais simples – 2ª versão LEMA



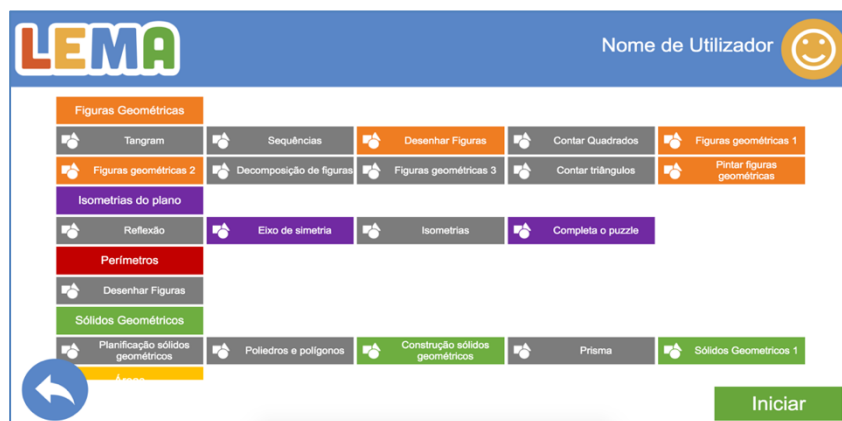
**Figura 29: Ecrã do *feedback* de resolução de uma atividade – 2ª versão LEMA**

Para além das características / componentes acima descritas incorporadas na segunda versão do protótipo, o LEMA inicia com um ecrã inicial (cf. Figura 30) que permite a seleção de quatro opções principais: “Atividades”, “Utilizador”, “Acerca de” e “Definições”. A opção “Atividades” é dedicada à seleção de atividades e geração do fluxo de atividades selecionadas. Já as opções “Utilizador” e “Definições” quando selecionadas aparece a mensagem “Aplicação em teste e validação” e na opção “Acerca de” surge a versão do protótipo e os logotipos do LEMA e da Linha Temática Geometrix.



**Figura 30: Ecrã inicial – 2ª versão LEMA**

Após a seleção da opção “Atividades” do ecrã inicial, o utilizador tinha acesso ao menu de escolha de atividades, no qual as atividades incorporadas no LEMA estavam categorizadas em subdomínios da Geometria e Medida, e, no domínio Números e Operações (cf. Figura 31). Salienta-se que este menu encontrava-se ainda numa fase muito incipiente e rudimentar nesta versão do protótipo. Selecionadas as atividades, o utilizador tinha que clicar no botão “Iniciar” para dar início à geração automática das atividades previamente selecionadas.



**Figura 31: Ecrã menu escolha e geração de atividades – 2ª versão LEMA**

Importa referir que das trinta e duas atividades implementadas na primeira versão do LEMA, apenas dezassete atividades transpuseram para a segunda versão do LEMA (cf. Tabela 29), pelas seguintes razões: a mudança de ferramenta de implementação técnica do protótipo e consequente demora no processo de implementação técnica da segunda versão do protótipo, e a coexistência de atividades semelhantes em que estão implícitas as mesmas capacidades matemáticas levou a que algumas atividades fossem suprimidas nesta versão do LEMA. Acresce referir que a identificação das atividades implementadas na segunda versão do LEMA também foi alterada de forma a tornar identificação de cada atividade mais amigável e acessível à compreensão do utilizador, tal como pode-se conferir na Tabela 29.

Ademais das dezassete atividades reajustadas para a segunda versão do LEMA, foram concebidas e implementadas mais treze atividades novas, das quais cinco referentes ao domínio de Números e Operações e oito alusivas ao domínio de Geometria e Medida. Estas atividades podem ser observadas na Tabela 30, na qual consta o domínio e subdomínio matemático, os objetivos de aprendizagem e as capacidades fundamentais da matemática.

**Tabela 29: Desenho gráfico das atividades na primeira versão versus segunda versão do protótipo**

1ª versão	2ª versão	1ª versão	2ª versão	1ª versão	2ª versão
AT1 	Não implementada	AT2 	Não implementada	AT3 	Figuras geométricas 1 
AT4 	Figuras geométricas 2 	AT5 	Contar triângulos 	AT6 	Contar quadrados 
AT7 	Sólidos geométricos 	AT8 	Não implementada	AT9 	Não implementada
AT10 	Não implementada	AT11 	Planificação sólidos geométricos 	AT12 	Construção sólidos geométricos 
AT13 	Não implementada	AT14 	Poliedros e polígonos 	AT15 	Eixo de simetria 
AT16 	Não implementada	AT17 	Não implementada	AT18 	Não implementada
AT19 	Completa o puzzle 	AT20 	Não implementada	AT21 	Reflexão 
AT22 	Isometrias 	AT23 	Decomposição de figuras 	AT24 	Desenhar figuras – áreas 

Tabela 29: Continuação

1ª versão	2ª versão	1ª versão	2ª versão	1ª versão	2ª versão
AT25 	Comparar áreas 	AT26 	Área triângulo 	AT27 	Não implementada
AT28 	Não implementada	AT29 	Área retângulo 	AT30 	Não implementada
AT31 	Não implementada	AT32 	Não implementada		

Tabela 30: Atividades incorporadas na 2ª versão do protótipo, domínio matemático, objetivos e capacidades matemáticas


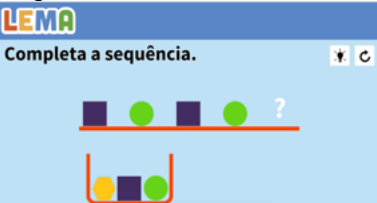
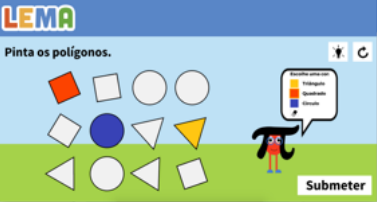
Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<b>Tangram</b>  <p>Subdomínio: figuras geométricas – GM1; GM2</p>	<p>Realizar composições e decomposições de figuras geométricas.  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção visual-motora e da percepção das relações espaciais; pensamento visual resultante da: percepção visual 2D e da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens;  <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática</p>
<b>Sequências</b>  <p>Subdomínio: figuras geométricas – GM1</p>	<p>Completar padrões geométricos.  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção visual-motora;  <b>EERP:</b> elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida</p>
<b>Pintar figuras geométricas</b>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.5; 2.6</p>	<p>Identificar figuras geométricas em várias posições;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção visual-motora, memorização, constância perceptual e percepção figura-fundo;</p>



Tabela 30: Continuação

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>Desenhar figuras</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM1 2.7</p>	<p>Representar triângulos, retângulos e quadrados, em grelha quadriculada.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u></p> <p><b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;</p> <p><b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção visual-motora, memorização e percepção figura-fundo; e pensamento visual resultante da percepção visual 2D;</p> <p><b>EERP:</b> elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida.</p>
<p><b>Desenhar figuras – perímetro</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: perímetro – GM2 3.4</p>	<p>Identificar o perímetro de um polígono como a soma das medidas dos comprimentos dos lados, fixada uma unidade.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u></p> <p><b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da percepção visual-motora, memorização e percepção figura-fundo; e pensamento visual resultante da percepção visual 2D;</p> <p><b>EERP:</b> elaborar uma resolução com base numa estratégia concebida; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de perímetro.</p>
<p><b>Prisma</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: figuras geométricas – GM4 3.10, 3.12</p>	<p>Identificar prismas como poliedros com duas faces geometricamente iguais situadas respetivamente em dois planos paralelos.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u></p> <p><b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;</p> <p><b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 3D;</p> <p><b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de prisma.</p>
<p><b>Medir comprimento</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: medidas – GM3 3.2</p>	<p>Medir distâncias e comprimentos utilizando as unidades do sistema métrico e efetuar conversões.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u></p> <p><b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;</p> <p><b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D.</p>
<p><b>Área retângulo 2</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: medir área – GM3 3.2; GM5 4</p>	<p>Encontrar a área de um retângulo / triângulo em unidades quadradas multiplicando o comprimento pela largura / metade deste, envolvendo a conversão de unidades;</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u></p> <p><b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;</p> <p><b>Matematização:</b> transformar de um problema definido no mundo real num estritamente matemático;</p> <p><b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da discriminação visual e percepção das relações especiais; e, pensamento visual resultante da percepção visual 2D; <b>ULOS:</b> compreensão do conceito geométrico de área, aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos.</p>

Tabela 30: Continuação

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>Sequência numérica</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: números naturais – NO2 2.2</p>	<p>Efetuar contagens progressivas e regressivas de 1 em 1, de 2 em 2, de 3 em 3, de 5 em 5 e de 10 em 10.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização através das relações numéricas.</p>
<p><b>Numeração romana</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: números naturais – NO3 3.1</p>	<p>Conhecer e utilizar corretamente os numerais romanos.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização através da coordenação visual-motora.</p>
<p><b>Reta numérica</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: números naturais – NO1 1.2</p>	<p>Identificar na reta numérica os números naturais até dez.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização através da coordenação visual-motora e da percepção da posição do número.</p>
<p><b>Maior ou menor</b></p>  <p>Subdomínio/descriptores: números naturais – NO1 1.4</p>	<p>Contar objetos e reconhecer que um conjunto tem menor ou maior número de elementos que outro.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização através da percepção do sentido de número.</p>
<p><b>Operações</b></p>  <p>Subdomínio: números naturais – NO1; NO2; NO3; NO4</p>	<p>Efetuar adições, subtrações e multiplicações.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada no cálculo mental.</p>

Em suma, com o primeiro reajuste do protótipo verificámos que os melhoramentos efetuados ao nível do desenho gráfico das interfaces, das instruções claras e orientações sobre atividades, dos *feedbacks* e da estruturação das atividades por domínios/subdomínios da matemática, ainda que incipiente, seguem os quatro princípios enunciados por Cain e Seeman (2002) e vão ao encontro da listagem das características principais definidas para o protótipo (cf. Tabela 14) e dos requisitos funcionais das atividades matemáticas (cf. Tabela 15).

A avaliação da adequação científica-pedagógica das atividades matemáticas, adaptação e flexibilidade da segunda versão do protótipo do LEMA, tendo em conta a heterogeneidade das crianças e jovens com PEA, foi sustentada pelos dados recolhidos nas duas edições da ação de formação sobre as funcionalidades do protótipo, como veremos na secção seguinte da presente investigação.

A comunicação dos resultados sobre o primeiro reajustamento da interface do LEMA com enfoque nas características ao nível do *design* e da reestruturação das atividades para a promoção do desenvolvimento de capacidades matemáticas, foi feita através da comunicação e publicação do artigo “Redesigning LEMA: a web based classroom application to promote mathematical reasoning in autistic children” nas atas da conferência *11th annual International Technology, Education and Development – INTED 2017* (<http://ria.ua.pt/handle/10773/17411>) (Santos, Ribeiro, Breda, & Almeida, 2017).

### **6.3.3 AÇÃO DE FORMAÇÃO - FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE DIGITAL DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA CRIANÇAS COM PEA: LEMA**

A presente secção pretende dar a conhecer a ação de formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA" acreditada com o registo CCPFC/ACC-90003/17 (cf. Anexo 1) pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua e financiada pela Fundação Calouste Gulbenkian ao abrigo do projeto “Ambiente de Aprendizagem de Matemática para Autistas”. Esta ação de formação decorreu em duas edições presenciais ao longo de seis sessões numa das salas com equipamento informático do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro, aos sábados de manhã, entre 18 de fevereiro e 29 de abril de 2017.

Os destinatários foram profissionais de educação (pré-escolar, ensino básico e educação especial), de saúde e outros agentes educativos (incluindo familiares) ligados à educação de crianças e jovens com PEA. A ação de formação tinha como objetivos gerais: promover o conhecimento sobre a utilização do ambiente digital LEMA, explorar as suas configurações e potencialidades pedagógicas, nomeadamente, nas que potenciam o desenvolvimento do raciocínio matemático.

No que se refere aos objetivos específicos, estes relacionam-se com: a) compreender e discutir o potencial das tecnologias digitais no apoio à aprendizagem da matemática por parte de alunos com necessidades educativas especiais, nomeadamente com PEA; b) adquirir conhecimento sobre estratégias para o desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças e jovens com PEA; c) perceber que características deve possuir um ambiente digital de aprendizagem para a promoção de competências em matemática tendo em conta as especificidades deste público específico; d) conhecer o processo de especificação e desenvolvimento de atividades interativas de matemática para a diversidade de perfis de crianças com PEA; e) conhecer as funcionalidades básicas e avançadas do ambiente digital LEMA; f) explorar as potencialidades pedagógicas do ambiente digital LEMA e a forma como este pode potenciar o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças e jovens com PEA; g) observar e analisar criticamente as capacidades matemáticas fundamentais implícitas nas atividades incorporadas no LEMA; h) discutir a adaptabilidade e potencialidades do LEMA no acompanhamento de casos reais; e, por fim, i) integrar o ambiente digital LEMA na prática (letiva, por exemplo) dos formandos que exerçam funções de docência com crianças e jovens com PEA.

A ação de formação foi estruturada em três sessões presenciais num total de 12 horas distribuídas por 4 horas teóricas e 8 horas teórico-práticas. As opções metodológicas enquadraram-se nos seguintes aspetos:

- apresentação de conteúdos;
- discussão e análise dos conteúdos abordados;
- exploração do protótipo do ambiente digital LEMA e discussão das suas potencialidades.

Na Tabela 31 são apresentados os conteúdos programáticos, a duração e as atividades propostas aos formandos ao longo da ação de formação.

**Tabela 31: Estrutura da ação de formação**

Sessões	Conteúdos abordados	Atividades	Duração
<b>1ª sessão</b> <u>As TIC no apoio ao desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças e jovens com PEA</u>	Perfil de competências matemáticas nas PEA	- Questionário pré-formação	4h
	As TIC como ferramentas de acesso e participação para a aprendizagem de crianças e jovens com PEA		
<b>2ª sessão</b> <u>Funcionalidades básicas do LEMA</u>	Apresentação, reflexão e discussão sobre estratégias eficazes para o desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças e jovens com PEA	- Trabalho individual ou em grupo de análise e reflexão de 4 problemas matemáticos considerando os perfis funcionais dos casos de estudo com PEA apresentados	4h
	Apresentação, reflexão e discussão sobre características fundamentais que um ambiente digital de aprendizagem matemática deve possuir no sentido de desenvolver capacidades matemáticas em crianças e jovens com PEA, tendo em conta as suas especificidades		
<b>Trabalhos</b>	Especificação e desenvolvimento de atividades interativas de matemática para a diversidade de perfis de crianças e jovens com PEA	- Trabalho individual de exploração e análise do protótipo LEMA com vista à promoção do desenvolvimento de competências matemáticas de qualidade em crianças e jovens com PEA	4h
	Apresentação das funcionalidades básicas do protótipo LEMA		
<b>3ª sessão</b> <u>Funcionalidades avançadas do LEMA</u>	Observação e registo da utilização do LEMA com uma ou mais crianças com PEA – Grelha de registo da observação	- Trabalho individual ou a pares de exploração e análise das potencialidades pedagógicas do protótipo LEMA para crianças e jovens com PEA (Questionário sobre a adequação científica-pedagógica das atividades)	4h
	Questionário sobre a usabilidade do ambiente digital LEMA		
<b>3ª sessão</b> <u>Funcionalidades avançadas do LEMA</u>	Breve contextualização das capacidades matemáticas fundamentais no domínio da Geometria e Medida	- Trabalho individual ou a pares de exploração e análise das potencialidades pedagógicas do protótipo LEMA para crianças e jovens com PEA (Questionário sobre a adequação científica-pedagógica das atividades)	4h
	Observação e análise crítica das capacidades matemáticas fundamentais implícitas nas atividades incorporadas no LEMA no domínio da Geometria e Medida		
<b>3ª sessão</b> <u>Funcionalidades avançadas do LEMA</u>	Discussão partilhada de casos reais sobre a adaptabilidade e potencialidades do LEMA no acompanhamento desses casos	- Questionário pós-formação	4h

#### 6.3.3.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DAS AÇÕES DE FORMAÇÃO

A ação de formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA" foi também considerada um elemento para apoiar o processo de

recolha de dados conducentes à aferição do ambiente digital LEMA. Para o efeito levaram-se a cabo quatro momentos de avaliação dos formandos, realizados através de inquéritos por questionário: i) pré-formação, ii) usabilidade do ambiente digital LEMA, iii) adequação científica-pedagógica das atividades incorporadas no LEMA e iv) pós-formação.

Os dados foram discutidos com referência à temática por questão abordada em cada questionário, integrando os dois grupos de formandos (Grupo 1 – constituído por 11 formandos; Grupo 2 – constituído por 12 formandos).

Importa ainda referir que entre a primeira e a segunda edição desta ação de formação foram feitos alguns reajustes ao ambiente digital LEMA, nomeadamente, foi feita a incorporação do áudio em todas as atividades incorporadas até à data da segunda edição.

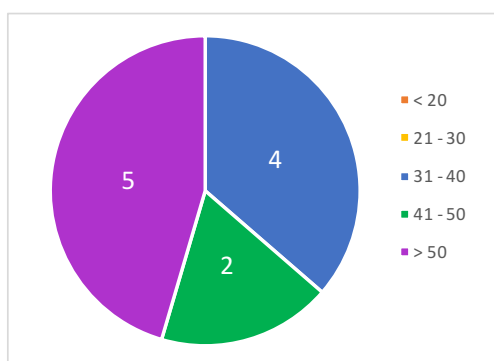
#### **A. QUESTIONÁRIO PRÉ-FORMAÇÃO**

Com o intuito de realizar a caracterização dos formandos inscritos nas ações de formação, averiguar o nível de competências digitais dos formandos com crianças com PEA e as expectativas em relação à ação de formação, foi aplicado um questionário de pré-formação.

##### **Caraterização dos formandos**

A caraterização dos formandos foi obtida através da aplicação do questionário pré-formação (cf. Apêndice 26) no início da primeira sessão de cada edição da ação de formação.

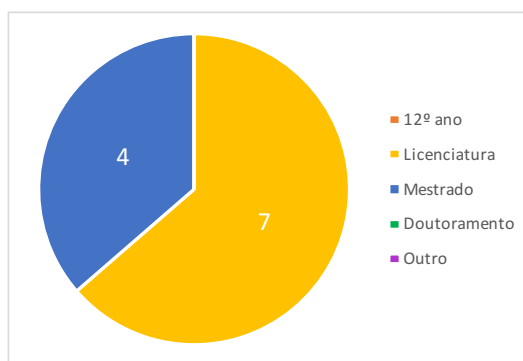
Na primeira edição da ação de formação “Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA” fizeram parte 11 formandos (Grupo 1), 10 do género feminino e 1 do género masculino com idades compreendidas entre os 31 e superior a 50 anos (cf. Gráfico 40).



**Gráfico 40: Faixa etária dos formandos do grupo 1**

No que concerne à formação académica dos formandos do grupo 1, 7 dos formandos tem licenciatura e 4 têm mestrado, tal como podemos observar no Gráfico 41. Perante os dados recolhidos constatamos que todos os formandos desempenham ou desempenharam funções como docentes. O grupo 1 foi composto por 5 professoras de educação especial, onde 4 desempenham funções

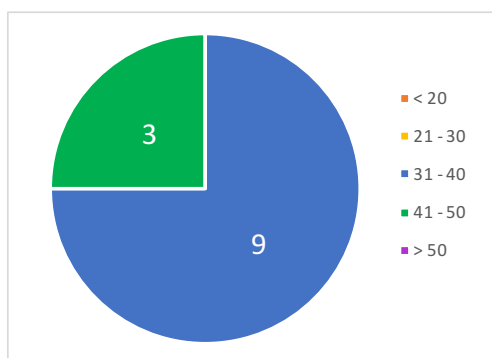
pedagógicas numa unidade de autismo, 2 professoras titulares no 1º ciclo do Ensino Básico, 1 coordenador e professor de tecnologias digitais no 1.º ciclo do Ensino Básico, no âmbito das atividades de enriquecimento curricular, 1 professora com formação base em Educação Visual e Tecnológica e professora do 1º ciclo (professora do Apoio Educativo), 1 professora de história e mãe de uma criança com NEE e 1 professora reformada com formação base em Geografia e avô de uma criança com NEE.



**Gráfico 41: Formação académica dos formandos do grupo 1**

A média de tempo de serviço do conjunto de formandos do Grupo 1 é 18,5 anos, com um desvio padrão de 10,6 anos, onde o formando com mais tempo de serviço contabiliza 39 anos de serviço e o com menos tempo 3 anos.

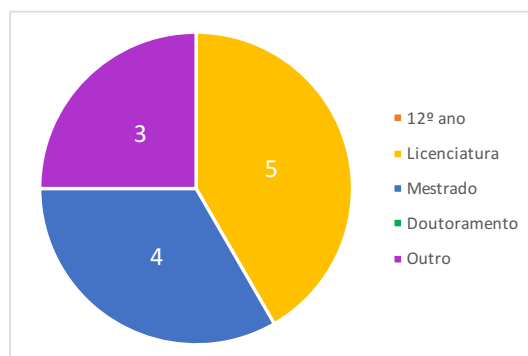
No que respeita à segunda edição da ação de formação, o grupo 2 foi constituído por 12 formandos (Grupo 2), 11 do género feminino e 1 do género masculino com idades compreendidas entre os 31 e os 50 anos, conforme podemos observar no Gráfico 42.



**Gráfico 42: Faixa etária dos formandos do grupo 2**

Quando á formação académica dos formandos do Grupo 2, 5 dos formandos têm licenciatura, 4 têm mestrado e 3 dos 12 formandos indicaram “Outro”, especificando ter uma Pós-Graduação em Educação Especial no domínio cognitivo e motor (cf. Gráfico 43). Em conformidade com o Grupo 1 contactamos que todos os formandos desempenham funções docentes em diversas áreas disciplinares: 3 educadoras de infância (uma das quais trabalha numa equipa da intervenção precoce),

3 professoras do 2º ciclo do Ensino Básico variante Matemática e Ciências da Natureza e 6 professores de educação especial com formação base em áreas como: artes visuais, ensino de Português e Inglês e Ciências no 1º ciclo do Ensino Básico.



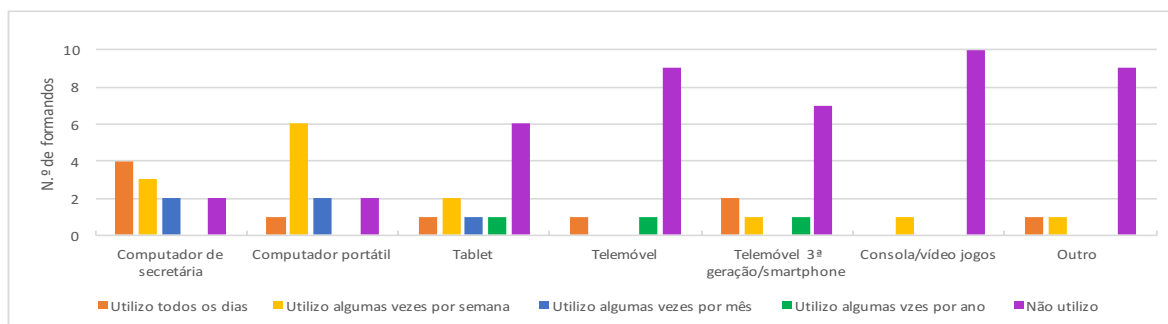
**Gráfico 43: Formação académica dos formandos do grupo 2**

A média de tempo de serviço dos formandos do Grupo 2 é 10,8 anos, com um desvio padrão de 4,7 anos. O formando com mais tempo de serviço contabiliza 19 anos de experiência na docência e com menos tempo contabiliza 2 anos.

#### **Frequência da utilização de dispositivos tecnológicos no apoio à aprendizagem da matemática com crianças com PEA pelos formandos do grupo 1**

Os dados recolhidos mostram que a frequência da utilização das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem da matemática de crianças com PEA por parte dos formandos é díspar. Pela análise do Gráfico 44 destacámos que 4 dos inquiridos utilizam o computador de secretária todos os dias, 3 algumas vezes por semana, 2 algumas vezes por mês e 2 não utilizam computador de secretária nas suas práticas pedagógicas com alunos com PEA. Relativamente à utilização do computador portátil, os formandos utilizam este dispositivo na sua maioria algumas vezes por semana (6). A utilização do tablet no apoio à aprendizagem matemática é feita por 1 dos formandos todos os dias, 2 utilizam o tablet algumas vezes por semana, sendo que a maioria não utiliza este recurso nem os demais recursos descritos no gráfico abaixo. No que diz respeito ao contexto de utilização destas tecnologias verifica-se que estas são na sua maioria utilizadas na escola.

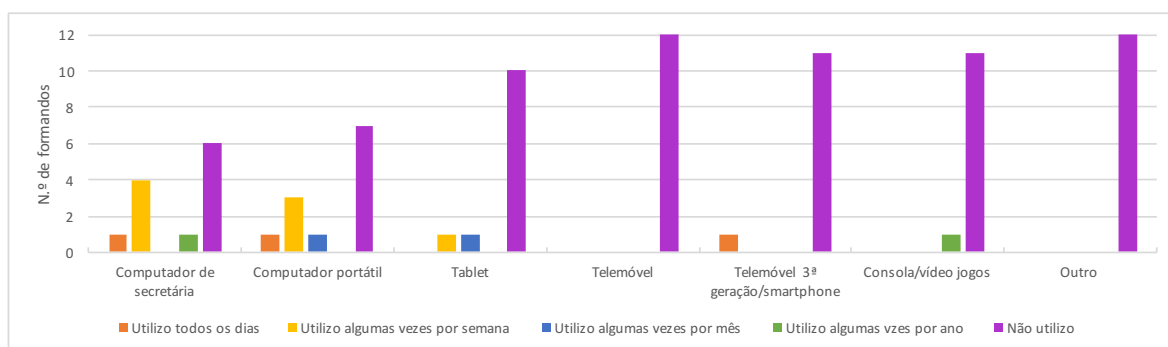




**Gráfico 44: Frequência da utilização das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem da matemática de crianças com PEA dos formandos do grupo 1**

### Frequência da utilização de dispositivos tecnológicos no apoio à aprendizagem da matemática com crianças com PEA pelos formandos do grupo 2

Da análise dos dados recolhidos, conferimos que a frequência da utilização das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem da matemática de crianças com PEA por parte dos formandos é praticamente inexistente nas suas práticas pedagógicas, tal como podemos observar no Gráfico 45. 1 dos formandos utiliza o computador de secretária todos os dias, 4 algumas vezes por semana e 1 utiliza algumas vezes por ano. Quanto à utilização do computador portátil, 1 formando utiliza este dispositivo todos os dias, 3 algumas vezes por semana e 1 utiliza algumas vezes por mês. A utilização do tablet é feita por 2 formandos (1 utiliza o tablet algumas vezes por semana e outro algumas vezes por mês). Apenas 1 formando utiliza o smartphone todos os dias, como também 1 formando utiliza a consola/vídeo jogos algumas vez por ano. Os formandos utilizam os dispositivos assinalados no gráfico abaixo em contexto escolar.

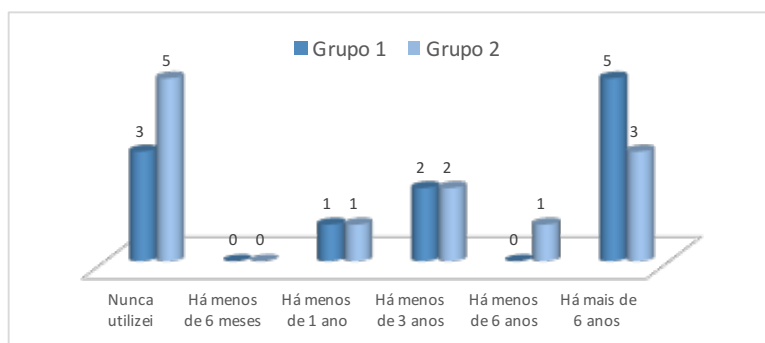


**Gráfico 45: Frequência da utilização das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem da matemática de crianças com PEA dos formandos do grupo 2**

### Tempo de utilização das tecnologias digitais no apoio à aprendizagem matemática

Analisando o Gráfico 46 verifica-se que 5 dos 11 formandos do grupo 1 indicaram serem utilizadores das tecnologias digitais no apoio à aprendizagem matemática com crianças com PEA “Há mais de 6 anos” e a utilização das tecnologias digitais por 3 dos 11 formandos é relativamente

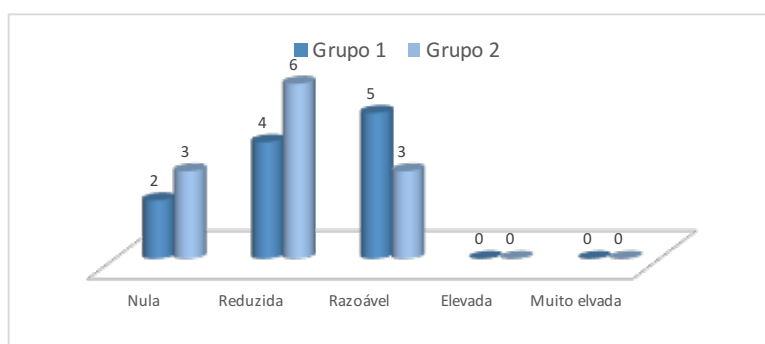
recente, observando que as suas respostas se posicionam ente os 6 meses e os 3 anos. Já no grupo 2, verifica-se que 5 dos 12 formandos nunca utilizou as tecnologias digitais na aprendizagem matemática de crianças com PEA, 3 formandos utilizam as tecnologias “Há mais de 6 anos” e o tempo de utilização das tecnologias dos restantes formandos (n=4) varia entre os 6 meses e os 6 anos.



**Gráfico 46: Tempo de utilização das tecnologias digitais pelos dois grupos de formandos**

### **Frequência de ações de formação em tecnologias digitais para fins pedagógicos no processo de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA**

A frequência de ações de formação na área das tecnologias digitais no apoio à aprendizagem de crianças com PEA divide ambos os grupos de formandos, como podemos observar no Gráfico 47. No conjunto dos 23 formandos, 5 formandos indicaram nunca ter participado em ações de formação em tecnologias digitais para fins pedagógicos no processo de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA, 10 assinalaram ser reduzida a sua participação e 8 formandos consideram a sua frequência neste tipo de ações de formação “razoável”.

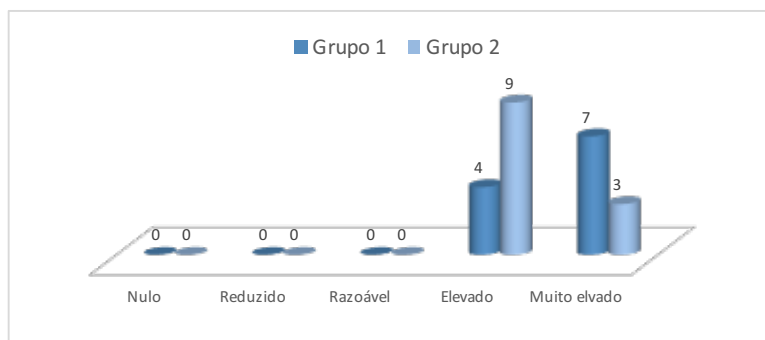


**Gráfico 47: Frequência de ações de formação em tecnologias digitais e PEA pelos dois grupos de formandos**

### **Grau de interesse formativo em relação às tecnologias digitais, PEA e aprendizagens matemáticas**

No que diz respeito ao grau de interesse formativo na área supracitada (cf. Gráfico 48), os formandos do grupo 1 indicaram o seu grau de interesse se centrava entre o “Elevado” (4) e “Muito elevado” (7), enquanto no grupo 2, 9 formandos indicaram interesse “Elevado” e 3 “Muito elevado”.

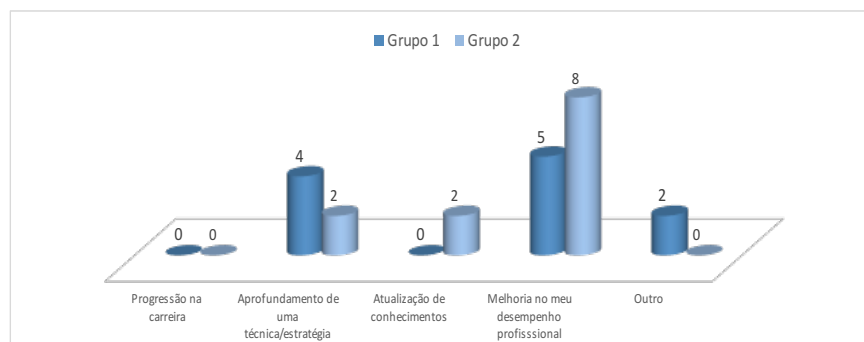
Numa análise conjunta a respeito do grau de interesse formativo em relação à utilização das tecnologias digitais no apoio à aprendizagem matemática de crianças com PEA, 13 dos 23 formandos indicaram ter interesse “Elevado” e 10 “Muito elevado”, o que revela o enorme interesse que os pais e professores ligados às PEA têm por ações de formação que abordem os conteúdos programáticos mencionados.



**Gráfico 48: Grau de interesse formativo na utilização das tecnologias digitais na PEA e aprendizagem matemática pelos dois grupos de formandos**

Quanto ao principal interesse na frequência desta ação de formação, os formandos do grupo 1 indicaram ter feito a inscrição na ação de formação aqui descrita essencialmente para a “Melhoria do meu desempenho profissional” (5) e “Aprofundamento de uma técnica/estratégia” (4) (cf. Gráfico 49). Dois inquiridos responderam ter procurado esta ação de formação por outros motivos, tendo mencionado “Aquisição de metodologias para apoio a familiar” e “Ajudar o meu filho a ultrapassar dificuldades na área da matemática”.

Da mesma forma os formandos do grupo 2 assinalaram como principal interesse a “Melhoria do meu desempenho profissional” (8), o “Aprofundamento de uma técnica/estratégia” (2) e a “Atualização de conhecimentos” (2) (cf. Gráfico 49). Portanto, conclui-se que esta ação de formação cativou os formandos, no sentido de estes melhorarem o seu desempenho profissional enquanto docentes de alunos com PEA e aprofundarem conhecimentos e estratégias nesta área de conhecimento.



**Gráfico 49: Interesse na participação na ação de formação pelos dois grupos de formandos**

Questionados sobre as expectativas em relação ao ambiente digital de aprendizagem matemática LEMA para crianças com PEA, todos os formandos do grupo 1 indicaram serem elevadas, referindo que expectavam aprofundar os seus conhecimentos e adquirir competências para trabalhar a matemática com crianças com PEA (4), conhecer e integrar o ambiente digital LEMA nas suas práticas letivas de forma a motivar os alunos com PEA na aprendizagem da matemática (7). À semelhança do grupo 1, os formandos do grupo 2 indicaram como expectativas em relação ao LEMA: conhecer o ambiente digital em questão e poder aplica-lo em contexto de sala de aula, permitindo lidar mais facilmente com as dificuldades das crianças com PEA (7), aprofundar conhecimentos nesta área e adquirir competências para estimular a aprendizagem matemática em crianças e jovens com esta perturbação, afim de melhorarem as suas práticas letivas (5). Na Tabela 32 encontram-se descritas as expectativas dos formandos em relação ao ambiente digital LEMA mencionadas no questionário pré-formação.

**Tabela 32: Expectativas dos formandos em relação ao ambiente digital LEMA**

<b>Expectativas em relação ao ambiente digital LEMA</b>	
<b>Grupo 1</b>	“Ferramenta prática que motive os alunos”
	“Poder usar esta ferramenta de ensino promovendo a aquisição de competências matemáticas nas crianças com PEA.”
	“Aprofundar competências e elaborar estratégias para estar mais e bem preparado para trabalhar com crianças com PEA.”
	“Conseguir aprofundar os meus conhecimentos para brindar a estes alunos uma melhor aprendizagem e conseguir desenvolver a sua autonomia.”
	“Espero alargar o meu conhecimento nesta área e ficar com ferramentas que possam no futuro ajudar-me como professora, a trabalhar com crianças com PEA.”
	“saber trabalhar este tema com crianças com PEA”
	“Elevadas”
	“Apesar de até à data nunca ter tido alunos com esta situação, uma vez que no meu Agrupamento há uma UEEA prevejo a possibilidade de poder vir a utilizar esta ferramenta. Espero que esta "ferramenta" venha facilitar as metodologias de trabalho na área da Matemática, facilitando a intercomunicação, a compreensão e aquisição de conteúdos de forma motivadora.”
	“Adquirir uma ferramenta digital que me permita um melhor desempenho no trabalho com alunos com PEA”
	“Que permita uma real utilização no processo ensino aprendizagem dos alunos.”
<b>Grupo 2</b>	“Aquisição de conhecimento na utilização/aplicação das TIC para alunos com PEA”
	“Vir a conhecer um pouco mais, pois apesar de não trabalhar diretamente com crianças com PEA, sei que é uma realidade que a qualquer momento pode estar presente.”
	“Aprofundamento de uma estratégia.”
	“Aprender algo sobre uma área onde apresento muitas dificuldades.”
	“Aprender mais.”
	“Poder aplicar em sala de aula.”
	“Gostaria que estas aprendizagens pudessem ser transversais a outras problemáticas, ou seja, terem aplicabilidade diversa em contexto educativo.”
	“Adquirir competências credíveis e científicas de apoio ao estímulo da aprendizagem de crianças e jovens com PEA.”
	“As expectativas são elevadas. As tecnologias são uma ferramenta preciosa que estimula o interesse e empenho das crianças pelo que, devidamente exploradas, podem ser uma mais valia no processo de ensino aprendizagem.”
	“Que seja uma ferramenta que me permita lidar mais facilmente com as dificuldades das crianças com PEA.”

**Tabela 32: Continuação**

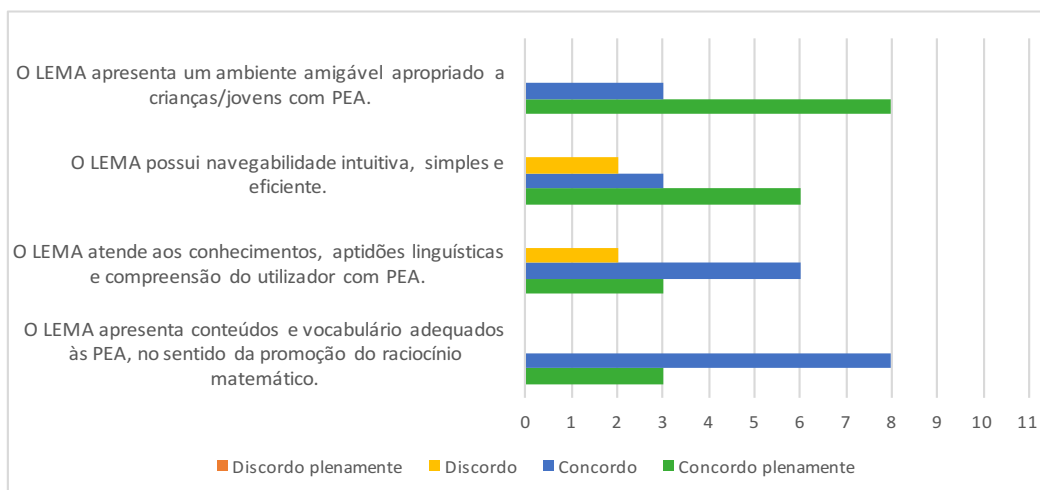
<b>Expectativas em relação ao ambiente digital LEMA</b>	
<b>Grupo 2</b>	“Com a frequência desta formação pretendo adquirir novos conhecimentos nesta área para melhorar a minha prática letiva para as crianças com PEA na área de Matemática.”
	“Com esta formação pretendo dotar-me de ferramentas/conhecimentos, para conseguir melhorar o meu desempenho profissional quando trabalhar com alunos com PEA, no que concerne à disciplina de Matemática. É sempre uma preocupação conseguir que todos os alunos tenham sucesso nesta disciplina, deste modo penso que esta formação poderá auxiliar-me nesta tarefa.”
	“Aprofundar os meus conhecimentos neste domínio, garantindo a possibilidade de vir a aplicar o LEMA no desenvolvimento de crianças com PEA que possam vir a integrar o meu grupo.”

## **B. QUESTIONÁRIO USABILIDADE DO AMBIENTE DIGITAL LEMA**

A aplicação do questionário referente à usabilidade do LEMA teve como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à aferição do ambiente digital de aprendizagem LEMA, de forma a averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas ao perfil do utilizador com PEA. Especificamente, pretendeu-se compreender a perceção dos formandos em relação à utilização do LEMA nos processos de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA, particularmente no que respeita ao desenvolvimento de competências matemáticas destas crianças (cf. Apêndice 27).

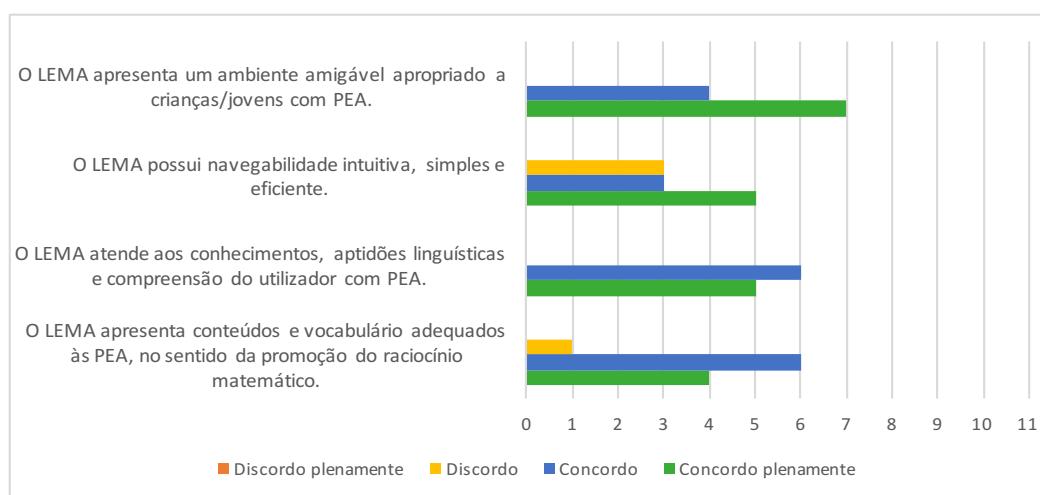
Salienta-se que este questionário foi respondido por 11 formandos do grupo 2, uma vez que um dos formandos deste grupo não respondeu, mesmo sendo lembrado várias vezes para que efetuasse o respetivo preenchimento.

Ao nível da caracterização global do ambiente digital LEMA (cf. Gráfico 50), foi aplicado uma escala com 4 itens (discordo plenamente, discordo, concordo e concordo plenamente) onde os formandos do grupo 1 especificaram o seu nível de concordância com cada afirmação apresentada. Relativamente à afirmação “O LEMA apresenta um ambiente amigável apropriado a crianças/jovens com PEA.”, 8 dos 11 formandos concorda plenamente e 3 concordam. Já em relação se “O LEMA possui navegabilidade intuitiva, simples e eficiente.”, 2 formandos discordam com esta afirmação, 3 concordam e 6 consideram totalmente que o LEMA é de fácil utilização, com navegabilidade intuitiva, simples e eficiente. Da mesma forma 2 dos formandos discordam que o “LEMA atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão do utilizador com PEA.”, no entanto 6 dos formandos concordam com esta afirmação e 3 concordam plenamente. A totalidade dos formandos concorda (3 concorda plenamente) que o LEMA apresenta conteúdos e vocabulário adequados às PEA, no sentido da promoção do raciocínio matemático.



**Gráfico 50: Caraterização global do ambiente digital LEMA pelos formandos do grupo 1**

No que respeita à primeira afirmação e considerando os formandos do grupo 2, 7 concordam plenamente e 4 concordam que o LEMA apresenta um ambiente amigável e apropriado a crianças/jovens com PEA. Quanto se “O LEMA possui navegabilidade intuitiva, simples e eficiente.”, metade dos formandos deste grupo (6) concorda plenamente com esta afirmação, 3 concordam e 3 discordam da simplicidade do LEMA ao nível da interação. Todos os formandos consideram que o “LEMA atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão do utilizador com PEA.”, 5 concordam e 6 concordam plenamente. No que concerne ao LEMA apresentar conteúdos e vocabulário adequados às PEA, no sentido da promoção do raciocínio matemático, apenas 1 dos formandos discorda com esta afirmação, 6 concordam e 4 concordam plenamente (cf. Gráfico 51).



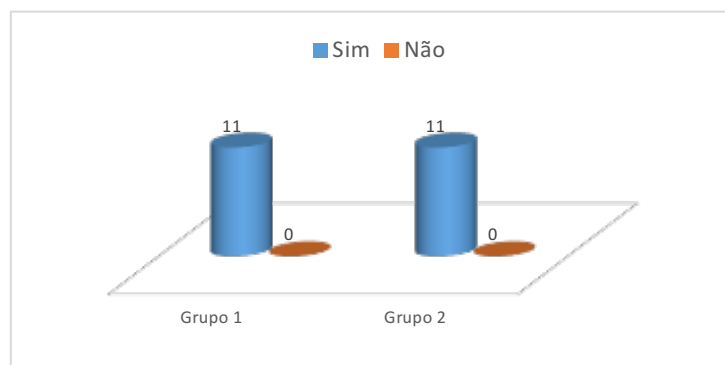
**Gráfico 51: Caraterização global do ambiente digital LEMA pelos formandos do grupo 2**

Questionados sobre se o LEMA exprime enunciados claros e mensagens amigáveis, claras e fáceis de serem entendidas pelas crianças/jovens com PEA, a totalidade de formandos do grupo 1

afirmou que “sim” (cf. Gráfico 52). No entanto, há que referir que 4 dos formandos indicaram sugestões de melhoria para que efetivamente os enunciados sejam compreendidos por estas crianças (cf. Tabela 34): 2 apontaram que os enunciados e mensagens deveriam ser reforçados com áudio, 1 referiu que as atividades relativas à área deveriam ser apresentadas passo-a-passo e 1 mencionou que:

*“para crianças com défice cognitivo, dificuldades na linguagem, comportamento, défice de atenção... há necessidade de mais ajudas visuais no contexto de realização da tarefa, para que possa visualizar como modelo, assim como as instruções serem acompanhadas de alguns símbolos... para os que não tem linguagem nem sabem ler...”*.

Também os formandos do grupo 2 indicaram a cem por cento que o LEMA exprime enunciados claros e mensagens amigáveis, claras e fáceis de serem entendidas pelas crianças/jovens com PEA (cf. Gráfico 52 e Tabela 33).



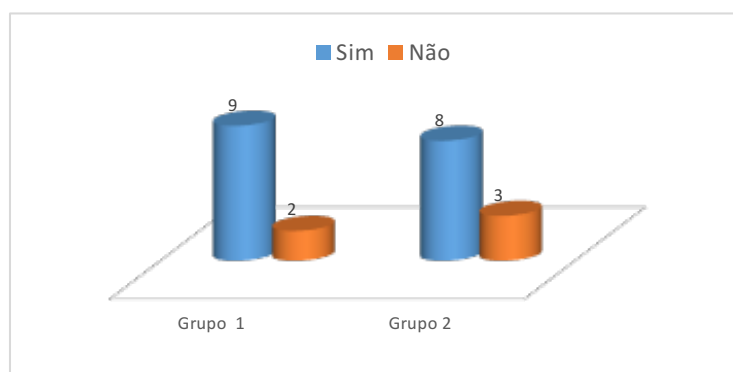
**Gráfico 52: Perspetiva dos dois grupos de formandos em relação aos enunciados e mensagens apresentadas no LEMA**

**Tabela 33: Formandos do grupo 1 e 2 – Enunciados e mensagens apresentadas no LEMA**

Enunciados e mensagens apresentadas no LEMA			TOTAL
Grupo 1	SIM	“Para os alunos autistas (dependendo da faixa etária) que conseguem ler e perceber estes enunciados são claros. alunos autistas que não leem sugere se áudio.” “No entanto, as mensagens deveriam ser reforçados através do som.” “Os problemas, por exº relativos à área deveriam ser apresentados passo a passo.” “Para crianças com défice cognitivo, dificuldades na linguagem, comportamento, défice de atenção... há necessidade de mais ajudas visuais no contexto de realização da tarefa , que possa visualizar como modelo, assim como as instruções serem acompanhadas de alguns símbolos... para os que não tem linguagem nem sabem ler...”	11
	NÃO		0
Grupo 2	SIM	“A mensagem é clara no entanto, na parte do lago, o enquadramento verde serve como fator distrator.”	11
	NÃO		0

Quanto à adequação das mensagens de *feedback* de reforço, dos formandos do grupo 1, apenas 2 assinalaram que os *feedbacks* de reforço incorporados no LEMA não eram adequados às crianças com PEA (cf. Gráfico 53), apresentando as seguintes justificativas: a personagem usada nos *feedbacks* deveria ser mais expressiva e maior, bem como, os *feedbacks* deveriam ser acompanhados com reforço auditivo (uma vez que até ao momento da ação de formação o áudio não tinha sido ainda incorporado no sistema) para que as crianças com PEA pudessem compreender o termos da atividade e se executaram a atividade com sucesso (cf. Tabela 34).

No grupo 2, apenas 3 formandos consideram que os *feedbacks* de reforço não eram adequados às crianças com PEA (cf. Gráfico 53). Apontaram como razão para esta não adequação o facto de a mensagem de *feedback* ser tão direta “Não está certo!”, que deveria sugerir para tentar de novo de forma a aumentar a autoestima do utilizador (cf. Tabela 34).



**Gráfico 53: Formandos do grupo 1 e 2 – Adequação *feedback* de reforço**

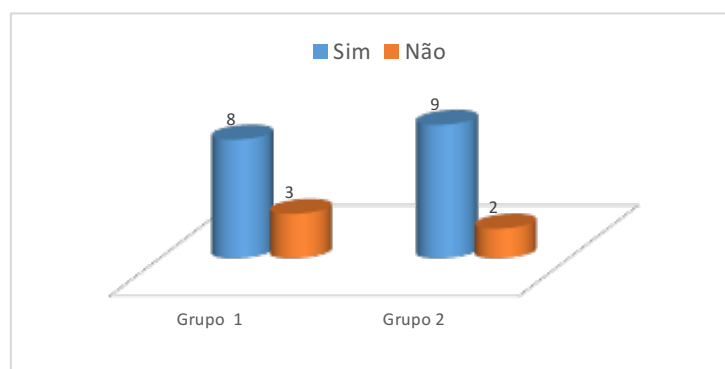
**Tabela 34: Formandos do grupo 1 e 2 – Adequação *feedback* de reforço**

Adequação do <i>feedback</i> de reforço			TOTAL
Grupo 1	SIM	“Deveriam ser acompanhadas de reforço em áudio.” “Depende de cada aluno, para uns deve ser um <i>feedback</i> calmo para não se descentrar da tarefa, para outros há necessidade de mais alegria para melhor compreender que acabou e fez bem...”	9
	NÃO	“Deverá ser feita com ícones mais expressivos em simultâneo com reforço auditivo igualmente expressivo.” “Os bonecos mais atrativos e diferenciados com gestos mais salientes da própria imagem, - mais ativos. - imagem maior - para as crianças que não sabem ler, ter um áudio com a leitura do enunciado.”	2
	SIM		8
Grupo 2	NÃO	“Deveriam ser mais dinâmicas.” “A mensagem que surge no ecrã quando o aluno erra o exercício não deveria ser tão direta, deveria surgir uma mensagem a dizer-lhe para tentar novamente. Na mensagem que indica que errou, deveria dizer para repetir novamente, por exemplo "tenta de novo".” “A verbalização sonora, quando erra, no botão "REPETIR", sugerindo que poderá tentar de novo. Será uma pista sonora para autocorreção e melhoria da sua autoestima.”	3
	SIM		

Quando questionados sobre a adequação dos *feedbacks* tutoriais para o público-alvo em estudo, dos 11 formandos do grupo 1, apenas 3 indicaram que “Não” por não serem apresentadas



explicações/exemplificações visuais e auditivas complementares nos *feedbacks*. Importa ainda referir que apesar de 1 dos formandos ter indicado que as mensagens de *feedbacks* tutoriais eram adequadas, advertiu que em algumas atividades as pistas deveriam ter apenas a informação necessária à resolução da atividade, uma vez que muita informação faz com que as crianças com PEA desviem a atenção da atividade. Acrescentou também que as figuras geométricas presentes em algumas pistas, não deveriam ter “caras” por serem um elemento distrator e que as mensagens que *feedback* tutorial deveriam ter menos informação escrita e serem mais ilustrativas (cf. Gráfico 54 e Tabela 35). Quanto aos formandos do grupo, apenas 2 também assinalaram que os *feedbacks* tutoriais não eram adequados a alunos com esta perturbação pelo facto de alegarem que algumas das mensagens apresentadas serem de difícil compreensão e que estas deveriam ser todas ilustradas ou terem um esquema exemplificativo dos conceitos matemáticos expostos (cf. Gráfico 54 e Tabela 35).



**Gráfico 54: Formandos do grupo 1 e 2 – Adequação *feedback* tutorial**

**Tabela 35: Formandos do grupo 1 e 2 – Adequação *feedback* tutorial**

Enunciados e mensagens apresentadas no LEMA			TOTAL
Grupo 1	SIM	“Questões pontuais como a definição da figura geométrica.” “Dependendo da faixa etária do aluno com PEA.”	8
	NÃO	“Deverão ser apresentadas explicações/exemplificações visuais e auditivas complementares” “As mensagens deveriam ser apresentadas em áudio para alunos que não dominam a leitura.” “Em alguns casos deviam ter apenas a informação necessária à resolução da tarefa, pois muita informação faz com que desviem a atenção. Devia também ser o mais simples possível o boneco nas formas geométricas ( círculo, quadrado...) enquanto "ensino" pode ser um fator distrator, pois centra-se no boneco e não na figura geométrica ... . Deve ter menos informação escrita e mais ilustrativa, no desenho de forma a mensagem tutorial devia ter só o contorno da figura ...”	3
Grupo 2	SIM		9
	NÃO	“Algumas mensagens apresentam uma linguagem de difícil interpretação para os alunos. Deviam, sempre que possível, ilustração.” “Algumas mensagens têm linguagem que pode não ser de fácil compreensão para o aluno, deveriam também ter um esquema exemplificativo.”	2

Quanto ao LEMA ser ajustado às PEA verifica-se que 8 dos formandos do grupo 1 consideram que “sim” (cf. Gráfico 55), evidenciando que o LEMA é ajustado por: ter pouca

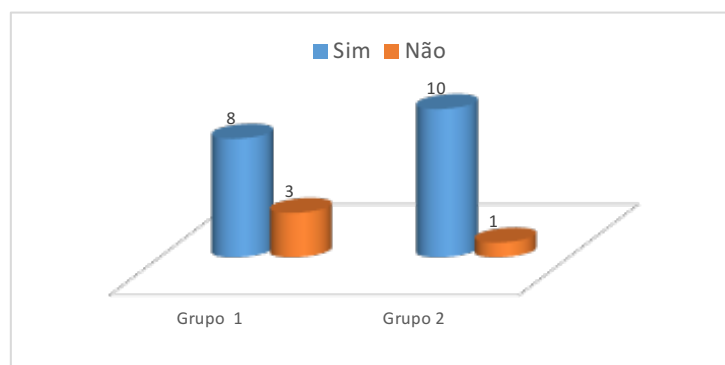
informação no ecrã, com instruções simples e sem elementos distratores; apresentar um ambiente minimalista, aumentar o nível de concentração e atenção; permitir gerir comportamentos, diminuindo o stress e a ansiedade; permitir escolher atividades de acordo com o perfil de competências de cada utilizador; e por ser uma ferramenta motivadora de aprendizagem e sistematização de conceitos matemáticos. As razões apontadas pelos 3 formandos que indicaram que o LEMA não era ajustado às PEA foram: a interação em algumas atividades exige uma elevada motricidade fina, a necessidade de haver *feedbacks* mais expressivos, estimulantes e reforçados (visual e sonoro) e os conteúdos abordados não são adequados a todos os alunos, ou seja, de acordo com a opinião destes formandos o LEMA não se adapta à total diversidade de utilizadores com PEA (cf. Tabela 36).

**Tabela 36: Formandos do grupo 1 – LEMA ajustado às PEA**

	LEMA ajustado às PEA	TOTAL
<b>SIM</b>	<p>“Porque estas crianças necessitam de atividades diversificadas, que despertem o seu interesse e a sua concentração.”</p> <p>“Vocabulário adequado, grafismo adequado e mensagens de <i>feedback</i> encorajadoras.”</p> <p>“Pouca informação no ecrã, a generalidade das questões é objetiva, ambiente minimalista”</p> <p>“Informação objetiva e concisa; ambiente digital sem elementos distratores.”</p> <p>“Não tenho conhecimentos específicos que me permitam equacionar uma resposta.”</p> <p>“Ajudas visuais Instruções simples Desenhos apelativos Exercícios de escolha múltipla Permite várias tentativas, de forma "divertida" e também permite desistir. As tarefas matemáticas no computador motivam fortemente os alunos permite aumentar o nível de atenção /concentração e dirigir a atenção permite o trabalho a par (facilitando a partilha, colaboração e ajuda ) Permite gerir os comportamentos diminuindo o stress e a ansiedade, pois as atividades são muito gratificantes para eles. Há necessidade de planificar o trabalho no LEMA para que cada aluno só realize numa primeira etapa as tarefas para as quais tem competência, ou seja que tenha sucesso. Posteriormente é uma ferramenta motivadora de ensino/aprendizagem de conceitos, dado que a criança já domina as ferramentas e estará mais disponível para aprender porque consegue antecipar a sequencia da aprendizagem.”</p> <p>“Tem linguagem acessível, suporte gráfico apelativo.”</p> <p>“Há sempre aspetos a melhorar, mas é uma extraordinária ferramenta de trabalho, porque permite interatividade e sistematização de conhecimentos.”</p>	8
<b>NÃO</b>	<p>“Apenas parcialmente, porque em algumas tarefas exige um elevado desenvolvimento motoriz, situação que frequentemente é limitada neste tipo de alunos; estes alunos necessitam, para se manterem motivados e atentos, de um <i>feedback</i> mais expressivo, estimulante e reforçado (visual e sonoro).”</p> <p>“Porque, como sabemos cada criança tem dificuldades específicas próprias, e com diferentes perfis de funcionalidade, e o lema não se adapta a todos os perfis destas crianças. Sobretudo para as crianças que não sabem ler.”</p> <p>“Os conteúdos abordados não são adequados a todos os alunos.</p> <p>As aprendizagens dos alunos não são as mesmas. Penso ser mais adequado para alunos mais velhos e com poucas dificuldades em alguns conteúdos.”</p>	3

Na perspetiva de 10 dos formandos do grupo 2, o LEMA está ajustado às necessidades específicas das crianças com PEA mencionando as razões listadas na Tabela 37 que vão ao encontro dos mesmos argumentos referidos pelos formandos do grupo 1. Estes formandos fazem menção às interfaces do LEMA serem simples, intuitivas e apelativas, a linguagem utilizada ser clara e objetiva,

a cada aluno poder realizar as atividades ao seu próprio ritmo, a motivação gerada para a aprendizagem matemática através das imagens simples, *feedbacks* e som, melhorando a capacidade de resposta, promovendo autonomia, atenção/concentração e o desenvolvimento de capacidades e competências funcionais. A razão apontada pelo formando que indicou que o LEMA não se ajusta às necessidades dos alunos com PEA está relacionada com o facto de este considerar que, no LEMA, para cada atividade deveriam existir diferentes níveis de complexidade.



**Gráfico 55: Formandos do grupo 1 e 2 – LEMA ajustado às PEA**

**Tabela 37: Formandos do grupo 2 – LEMA ajustado às PEA**

	LEMA ajustado às PEA	TOTAL
<b>SIM</b>	<p>“dadas as especificidades/dificuldades apresentadas por crianças e jovens com PEA, considero que o LEMA está ajustado uma vez que combina, cor, movimento, <i>feedback</i>, instruções de modo que o aluno consiga realizar as tarefas sem desmotivar.”</p> <p>“Cada aluno poderá apreender ao seu ritmo.”</p> <p>“Embora ainda precise de alguns ajustes em termos de organização, apresenta uma linguagem clara e imagens simples.”</p> <p>“É atrativo e "simples".”</p> <p>“Motiva os alunos através da imagem e do som, como usa interfaces simples promove a autonomia do aluno, promove ainda o desenvolvimento de capacidades e competências funcionais.”</p> <p>“É apelativo em termos de imagem e som, tem sempre reforço positivo, é intuitivo e melhora a capacidade de resposta, de desempenho e a capacidade de atenção/concentração.”</p> <p>“É claro, conciso, envolvente e motivador.”</p> <p>“Porque tem em conta as dificuldades específicas desta problemática como os enunciados simples, sem ruído ou elementos distratores e os conteúdos a abordar.”</p> <p>“A apresentação gráfica é simples e as cores utilizadas não são agressivas. Não me parece haver qualquer tipo de "ruído" que perturbe o aluno e a linguagem utilizada é simples e clara, sem que cause segundas interpretações.”</p> <p>“Tem questões simples e diretas”</p>	10
<b>NÃO</b>	<p>“Para cada domínio deveria existir níveis de execução com diferentes graus de complexidade (de ordem crescente).”</p>	1

A potencialidade do LEMA enquanto ambiente digital que promova a aprendizagem autónoma das crianças com PEA foi referida por 9 dos 11 formandos do grupo 1 (cf. Gráfico 56) que sublinharam as seguintes razões: ser um ambiente intuitivo, minimalista, de fácil utilização,

motivador da aprendizagem matemática e disponibilizar informação sobre os conteúdos/conceitos matemáticos inerentes a cada atividade. Apesar de 3 dos formandos terem assinalado que o LEMA potencia a aprendizagem autónoma dos alunos com PEA, também mencionaram que a referida autonomia depende do perfil funcionalidade de cada aluno. Isto significa que, para alunos com um baixo perfil de funcionalidade (por exemplo: com dificuldades na leitura e/ou falta de conhecimento dos conceitos abordados), o LEMA não promove autonomia na aprendizagem da matemática. Ainda a este respeito importa referir que os formandos que não concordam que o LEMA representa um ambiente potenciador de aprendizagem autónoma para utilizadores com PEA justificaram este facto por o LEMA não possuir, até à data, informação auditiva para crianças com PEA que não dominem a leitura (cf. Tabela 38).

**Tabela 38: Formandos do grupo 1 – LEMA potenciador de aprendizagem autónoma**

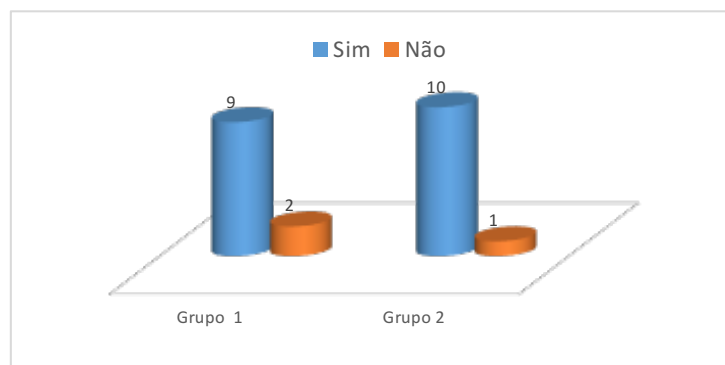
	LEMA potenciador de aprendizagem autónoma	TOTAL
<b>SIM</b>	<p>“Porque uma vez que a sua utilização é muito intuitiva, desperta curiosidade na criança/jovem promovendo deste modo um desempenho autónomo.</p> <p>“Embora parcialmente, uma vez que depende do perfil de funcionalidade do aluno.</p> <p>“Sim, porque disponibiliza informação sobre o conteúdo e em caso de insucesso fornece ainda os passos a realizar para executar corretamente.”</p> <p>“É mais fácil para alunos que já tenham os conhecimentos das áreas abordadas.”</p> <p>“Pouca informação no ecrã, a generalidade das questões é objetiva, ambiente minimalista”</p> <p>“Após ser praticado com acompanhamento a criança evidencia entusiasmo pela sua utilização por iniciativa própria.”</p> <p>“É de utilização simples durante a realização das tarefas. No entanto, no menu das atividades o aluno que não sabe ler necessita sempre de ajuda, e não consegue ser ele a pedir o que quer jogar pois não há ilustração das atividades, para que as identifique e possa escolher. Mesmo os que sabem ler podem não identificar/associar a linguagem da atividade com o seu conteúdo. Para alunos com mais dificuldades a mensagem tutorial devia estar à vista/presente e dar o máximo de ajuda possível para a realização com sucesso, com informação contrastante.”</p> <p>“tem informações adicionais que promovem essa aprendizagem autónoma.”</p> <p>“Porque leva o aluno a atuar sozinho, mesmo quando o percurso é delineado pelo professor.”</p>	9
<b>NÃO</b>	<p>“Porque como referi anteriormente, uma criança que não sabe ler, desmotiva porque não lhe diz nada o que se lhe é apresentado e vai requerer, sempre de ajuda verbal do adulto.”</p> <p>“Porque contem <i>feedback</i> tutorial, no entanto necessita de informação sonora para alunos que não dominam a leitura.”</p>	2

No grupo 2, praticamente todos os formandos (10 em 11) revelaram que o LEMA é um ambiente digital potenciador de aprendizagem autónoma dado ser um ambiente simples, de fácil utilização, intuitivo e ser bastante estruturado ao nível da organização, incorporando instruções de resolução e algumas dicas que orientam a resolução das atividades. Foi ainda referido que cada aluno pode aprender de acordo com as suas capacidades e que o ambiente beneficia do facto de ter instruções diretas o que facilita o trabalho autónomo dos alunos com PEA. Acresce ainda denotar que o formando que não concorda que o LEMA potencie aprendizagem autónoma refere que ainda

não é possível averiguar esta questão e que a mesma requer tempo de exploração com alunos PEA e algumas adequações/reajustes ao LEMA (cf. Gráfico 56 e Tabela 39).

**Tabela 39: Formandos do grupo 2 – LEMA potenciador de aprendizagem autónoma**

	LEMA potenciador de aprendizagem autónoma	TOTAL
<b>SIM</b>	<p>“porque comporta instruções de resolução e algumas dicas que orientam a resolução das tarefas.”</p> <p>“Cada aluno poderá apreender de acordo com as suas capacidades.”</p> <p>“Se estivermos a falar de crianças mais velhas, ou se lhes for feita uma explicação antecipadamente. As crianças conseguem prosseguir nas atividades sem a nossa ajuda.”</p> <p>“Porque o aluno consegue fazer muitas das atividades sem ajuda do adulto.”</p> <p>“Como se trata de um ambiente digital simples e intuitivo facilmente os alunos ganham autonomia.”</p> <p>“É de fácil utilização e intuitivo o que facilita o trabalho autónomo.”</p> <p>“Pela sua facilidade de utilização e por ser bastante estruturado ao nível da organização e conceção geral.”</p> <p>“Porque é apelativo, motivador e muito direto nas questões efetuadas, o que permite um trabalho autónomo.”</p> <p>“A sua utilização é bastante intuitiva, permitindo que o aluno explore as atividades sem apoio do professor.”</p> <p>“Pela utilização intuitiva.”</p>	10
<b>NÃO</b>	<p>“Acredito que com as sugestões e com as diretrizes dos formandos, se caminhe para uma aprendizagem autónoma. no entanto, ainda não é possível verificar isso nos alunos. Requer tempo e algumas adequações, tanto do LEMA, como dos alunos.”</p>	1



**Gráfico 56: Formandos do grupo 1 e 2 – LEMA potenciador de aprendizagem autónoma**

Questionados sobre a quantidade de informação em cada ecrã, a totalidade dos formandos de ambos os grupos referiu ser adequada aos alunos com PEA, relatando que a informação que aparece em cada ecrã é a informação estritamente necessária para navegar e realizar as atividades, tal como podemos constatar na Tabela 40.

**Tabela 40: Formandos do grupo 1 e 2 – Quantidade de informação em cada ecrã**

	Quantidade de informação	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	“Acho que a informação é a necessária para a execução das tarefas.”	11
	“Adequada para evitar a dispersão.”	
	“Adequada.”	
	“Razoável”	
	“Está adequada.”	
	“Adequada.”	
	“Ajustada.”	
	“No geral é adequada.”	
	“A organização da informação parece-me harmoniosa. As cores calmas e os bonecos simpáticos. Não senti dificuldade por parte dos alunos, até porque a mensagem tutorial só aparece quando clicamos na lâmpada. Embora por vezes tenha muita informação e eles perdem-se pelo menos quando ainda leem com dificuldade.”	
	“suficiente”	
<b>Grupo 2</b>	“Em alguns exercícios podia constar um exemplo!”	11
	“Adequada.”	
	“considero adequada.”	
	“A suficiente sem elementos distratores.”	
	“Acho adequada.”	
	“Está adequada para alunos com PEA.”	
	“Está simples e adequada.”	
	“Bastante adequado em geral, embora pudesse, em alguns casos, evitar a sobreposição de imagens que poderão, talvez, confundir a leitura da informação visual.”	
	“Considero muito adequada com exceção de alguns exercícios onde o desenho pode induzir em erro.”	
	“Em minha opinião, a quantidade de informação em cada ecrã é adequada. Apenas surge a informação estritamente necessária para navegar e realizar as atividades.”	
	“Mesmo ao nível do <i>feedback</i> , a imagem e o som que surgem são suficientes.”	
	“Suficiente.”	

Da mesma forma, a totalidade dos formandos de ambos os grupos mencionou que o ambiente gráfico presente no LEMA é adequado a alunos com PEA, indicando alguns dos aspetos robustos tidos em conta aquando da conceção e implementação do LEMA, tais como, interface clara, simples, atrativa com cores suaves e tranquilizantes que transmitem serenidade e segurança ao utilizador, com contraste entre o fundo e a fonte dos enunciados, o que transmite calma e concentração na execução das atividades para estes alunos. A simplicidade dos elementos ajuda na compreensão das atividades e a utilização de botões e ícones grandes foram igualmente indicados como características fundamentais para um ambiente digital para alunos com PEA (cf. Tabela 41).

**Tabela 41: Formandos do grupo 1 e 2 – Ambiente gráfico do LEMA**

	<b>Ambiente gráfico</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Grupo 1</b>	<p>“Considero o ambiente gráfico LEMA muito interessante. O conjunto de cores frias transmite calma e tranquilidade para a execução das tarefas e a distribuição dos ícones, assim como a simplicidade das imagens ajuda na compreensão dos exercícios.”</p> <p>“Interessante, podendo contudo ser mais diversificado.”</p> <p>“Apelativo e com cores que apelam à calma e concentração.”</p> <p>“Boa, - apresenta cores adequadas a este tipo de alunos. - imagens de jogo atrativas.”</p> <p>“Está adequado, embora a informação (na luz) de devesse manter enquanto o aluno realiza a atividade. É uma ajuda para os mesmos.”</p> <p>“Adequado.”</p> <p>“Design simples e cor apelativa.”</p> <p>“Claro, apelativo e intuitivo.”</p> <p>“Bonito, harmonioso, com contraste entre o fundo e a fonte, botões e ícones grandes.”</p> <p>“Apelativo.”</p> <p>“Muito Bom!”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“considero que está adequado.”</p> <p>“Simples e eficaz.”</p> <p>“Apenas acho que podia ter um pouco mais de movimento de forma a motivar mais as crianças.”</p> <p>“Adoro.”</p> <p>“Adequado, simples, com cores suaves e apelativo.”</p> <p>“Adequados, tem cores suaves, sem elementos distratores.”</p> <p>“As cores tranquilizantes transmitem serenidade e segurança ao utilizador. O contraste das mesmas permite ao aluno concentrar-se no que lhe é pedido.”</p> <p>“Gosto bastante, uma vez que segue sempre o mesmo padrão. É apelativo, com cores calmas e serenas. Tem um design facilmente reconhecido por qualquer aluno.”</p> <p>“Muito motivador, apelativo e claro/conciso.”</p> <p>“É apelativo e convida a realizar as atividades de forma descontraída.”</p> <p>“Apelativo.”</p>	11

Questionados sobre o interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento do raciocínio matemático, os formandos referiram que o LEMA reforça a aquisição de competências matemáticas em alunos com PEA, a interpretação e resolução de situações problemáticas simples, a memorização, a compreensão de conceitos matemáticos, a sistematização dos conhecimentos e a generalização das aprendizagens, uma vez que apresenta o mesmo conteúdo em atividades diferentes. Desperta também nos alunos uma maior predisposição para a aprendizagem matemática, permite a repetição de atividades e fornece informação objetiva para a resolução das atividades, o que leva a que os alunos desenvolvam o seu raciocínio matemático privilegiando o processamento visual dos mesmos. Os formandos salientaram, igualmente, que o LEMA permite que os alunos trabalhem ao seu próprio ritmo e de acordo com as suas capacidades, adquirindo os conhecimentos matemáticos de uma forma concreta e interativa construindo o seu próprio conhecimento e que permite a transposição dos conceitos matemáticos para situações do dia-a-dia. Acresce ainda referir que 1 dos formandos salientou que o LEMA “*é mais adequado se o aluno souber as matérias e saiba utilizar o rato, caso contrário torna-se desmotivante para o aluno.*”, o que induz que o LEMA não responde às necessidades dos alunos com PEA com perfis de

funcionalidade muito baixos e a alunos com PEA que tenham co-morbididades associadas (cf. Tabela 42).

**Tabela 42: Formandos do grupo 1 e 2 – Importância do LEMA no desenvolvimento do raciocínio matemático**

	<b>Importância do LEMA no desenvolvimento do raciocínio matemático</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Grupo 1</b>	<p>“Sem dúvida que o LEMA é uma mais valia na aquisição de certas competências matemáticas em crianças/jovens com PEA, pois estas crianças aprendem com mais facilidade quando ouvem, veem, tocam...e esta aplicação desperta na criança maior predisposição para a aprendizagem.”</p> <p>“Poderá ser mais uma ferramenta de trabalho com estes alunos, permitindo a diversificação de atividades. Algumas tarefas poderão ser de caráter mais introdutório a determinado conteúdo e outras de reforço.”</p> <p>“Em primeiro lugar um ambiente digital de aprendizagem é sempre motivador, e como é um ambiente digital que apela ao gosto e à confiança pessoal em realizar atividades intelectuais que envolvam o raciocínio matemático torna-se uma ferramenta extremamente útil para crianças/jovens.”</p> <p>“interesse em interagir, aprender, desenvolver e resolver situações problemáticas simples”</p> <p>“É mais adequado se o aluno souber as matérias e saiba utilizar o rato, caso contrário torna-se desmotivante para o aluno.”</p> <p>“Esta ferramenta é uma estratégia facilitadora na interpretação e resolução de problemas, na memorização e na compreensão de conteúdos permitindo a repetição de tarefas, na generalização das aprendizagens uma vez que apresenta o mesmo conteúdo com objetivos diferentes, e no desenvolvimento do raciocínio matemático estruturando a tarefa e privilegiando o processamento visual.”</p> <p>“Permite o desenvolvimento do raciocínio matemático, aquisição de conceitos e a resolução de problemas, na medida em o aluno pode aceder a informação objetiva com base no processamento visual. Facilita a a memorização e a compreensão de conteúdos através da repetição de tarefas.”</p> <p>“Motivador, aumentando a concentração.”</p> <p>“Muita, porque as atividades se relacionam com os conteúdos da disciplina de matemática nos diferentes anos de escolaridade e as aprendizagens matemática em ambiente digital tornam-se muito mais motivadoras para estes alunos.”</p> <p>“Meio alternativo para aprender conteúdos abstratos.”</p> <p>“Sistematização de conhecimentos.”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“por se tratar de um jogo interativo, com <i>feedback</i> e instruções, considero que o LEMA é um bom instrumento para desenvolver competências matemáticas.”</p> <p>“Cada criança poder explorar e aprender de acordo com o seu ritmo e capacidade.”</p> <p>“Permite trabalhar e aprofundar conceitos que muitas vezes não conseguem ser trabalhados tão intensamente nas aulas.”</p> <p>“Dependendo da idade, acho que quanto mais idade mais interesse. Eu testei num menino de 6 anos e acho que se ele tivesse mais idade saberia mais conceitos e teria menos necessidade da minha ajuda.”</p> <p>“Com o LEMA é possível que o aluno com PEA trabalhe ao seu ritmo, e adquira os conhecimentos matemáticos de uma forma concreta e interativa construindo o seu próprio conhecimento.”</p> <p>“Com o LEMA, os alunos com PEA adquirem os conhecimentos matemáticos de uma forma concreta e não abstrata, interactivamente, construindo o seu próprio conhecimento.”</p> <p>“Por ser em ambiente informático, permite aos alunos um maior interesse, independentemente de terem PEA ou não. Para os PEA não sendo uma atividade coletiva, permite o "conforto" individual do utilizador, pois os ambientes sociais condicionam a sua atenção/concentração. Sendo a matemática a disciplina de eleição para alguns alunos com PEA, pois a sua objetividade e lógica, são elementos cuja precisão os fascina, nomeadamente alguns Asperger.</p>	11



**Tabela 42: Continuação**

	<b>Importância do LEMA no desenvolvimento do raciocínio matemático</b>	<b>TOTAL</b>
	... Facilmente se desencadeia um processo de "crescendo" interesse pela aquisição de competências ou o desenvolvimento de algumas delas já adquiridas.”	
	“Permite a transposição de conceitos matemáticos (mesmo que intuitivamente, ou seja, sem que o aluno dê conta disso) para situações do dia a dia.”	
	“É muito importante pois é uma ferramenta muito útil, interessante e motivadora.”	
<b>Grupo 2</b>	“Penso que esta ferramenta é uma mais valia para que se possa trabalhar o desenvolvimento de capacidades e a aquisição de conhecimentos matemáticos com alunos com PEA. Permite-nos diversificar estratégias; é um ambiente que suscita curiosidade e desperta o interesse pela realização das atividades matemáticas; transmite tranquilidade e permite ao aluno abstrair-se da figura do professor (que, em alguns casos, é um fator inibidor).”	11
	“muito interesse”	

10 dos 11 formandos do grupo 1 (cf. Gráfico 57) reconhecem que o LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de alunos com PEA, justificando esse facto com as declarações apresentadas na Tabela 43. Contudo, achamos importante enumerar aqui algumas das declarações mencionadas pelos formandos, tais como: as atividades incorporadas são de fácil manuseamento acompanhadas de conceitos matemáticos inerentes a cada atividade, de curta duração e focam apenas um conteúdo; as atividades têm em conta as áreas fortes e minimizam as dificuldades das crianças com PEA na forma como estas aprendem, interpretam e processam a informação; adaptam-se a vários níveis de aprendizagem; melhoram a capacidade de atenção e concentração; desenvolvem a cognição e a gestão do comportamento, bem como, as atividades incorporadas no LEMA desenvolvem competências, de forma motivadora, na resolução de problemas matemáticos. Importa salientar que 1 dos formandos também referiu que as atividades são adequadas desde que o aluno com PEA saiba a matéria. O mesmo formando indicou que as atividades incorporadas no LEMA não são estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de crianças com PEA. Justificou que as crianças que não sabem ler não conseguem executar autonomamente as atividades incorporadas por estas não possuírem som.

**Tabela 43: Formandos do grupo 1 – LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas**

	<b>LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SIM</b>	“Porque são de fácil manuseamento e fazem-se acompanhar de explicações sobre como resolver tarefas para que sempre que o aluno tenha dificuldades possa resolver as mesmas de forma autónoma.”	
	“Porque são de curta duração e cada tarefa foca apenas um conteúdo.”	
	“Perguntas simples; vocabulário adequado; ambiente apelativo e conteúdos disponibilizados de forma a promover a autonomia.”	10
	“São adequadas desde que o aluno saiba a matéria.”	
	“Porque têm em conta as suas áreas fortes e os seus constrangimentos no que diz respeito à forma como um aluno com PEA aprende, interpreta e percebe a informação.”	
	“O Lema valoriza as áreas fortes dos alunos com PEA e minimiza as suas dificuldades ao nível do processamento da informação / comunicação.”	

**Tabela 43: Continuação**

	<b>LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SIM</b>	<p>“A minha muito diminuta prática com crianças PEA não me permite responder com conhecimento de causa.”</p> <p>“São estruturadas, recorrem a ajudas visuais, (memória visual) para permitir melhor compreensão, centra-se nas áreas fortes, adapta-se a vários níveis de aprendizagem (de acordo com o nível de aprendizagem de cada um) tarefas mais fáceis e mais complexas, aumentam as possibilidades de comunicação. Melhora a capacidade de atenção concentração, desenvolvendo competências em dirigir a atenção, desenvolve a cognição e a gestão do comportamento, disponibilizando-se com maior motivação para as tarefas. diminuiu a propensão para a distração face a outros estímulos. Desenvolve competências relacionadas com a ordenação (de números, formas, cores...), resolução de problemas, de operações, sólidos geométricos, contagens de forma muito motivadora, para eles que têm como área forte a utilização do computador.”</p> <p>“No entanto, nem sempre se mostraram totalmente claras.”</p> <p>“Porque permite a aprendizagem!”</p>	10
<b>NÃO</b>	<p>“Porque como referi anteriormente, os alunos que não sabem ler não conseguem desenvolver autonomamente as atividades incorporadas no LEMA.”</p>	1

Relativamente à questão: “As atividades incorporadas no LEMA são estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de crianças/jovens com PEA?”, 8 dos 11 formandos do grupo 2 assinalaram “Sim” (cf. Gráfico 57), ressaltando que: as atividades podem ser selecionadas de acordo com o perfil de cada aluno, apesar de que as atividades deveriam estar estruturadas por ano de escolaridade; os alunos podem realizar as atividades de forma autónoma; as atividades incorporadas são desafiadoras e vão ao encontro de um grande leque de interesses dos alunos. É de salientar que os 3 formandos que indicaram que as atividades incorporadas no LEMA não são estruturadas e adaptadas aos perfis das crianças/jovens com PEA reforçam a ideia que as atividades deveriam estar organizadas por níveis de dificuldade e na seleção das atividades deveria ser possível enumerá-las e sequencia-las de acordo com o perfil individual de cada utilizador, a fim de adaptar ao estilo de aprendizagem de cada um (cf. Tabela 44).

**Tabela 44: Formandos grupo 2 – LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas**

	<b>LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SIM</b>	<p>“porque cada aluno pode gerir o que quer fazer, selecionando as atividades. considero no entanto que o LEMA deveria ter as atividades estruturadas por ano de escolaridade.”</p> <p>“Por possuir diversas categorias e níveis de exigência/concentração.”</p> <p>“Porque na maioria das vezes, permitem que as crianças sejam capazes de realizar independentemente de terem ajuda.”</p> <p>“Porque dá informações precisas e a imagem ajuda muito também.”</p> <p>“Tem menus intuitivos e atividades significativas e sedutoras, em especial para alunos mais jovens. Utiliza, além disso, vários canais sensoriais. Estes fatores, em conjunto, motivam, envolvem, desafiam e vão ao encontro de um grande leque de interesses e de alunos.”</p> <p>“Porque têm em conta as dificuldades inerentes à problemática e são motivadoras e apelativas.”</p> <p>“Apesar de a minha experiência com este tipo de alunos ser ainda muito pouca, parece-me que as atividades.”</p> <p>“tem conteúdos simples e bem ilustrados.”</p>	8

Tabela 44: Continuação

	LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptadas	TOTAL
NÃO	<p>“As atividades deveriam surgir por níveis de desempenho.”</p> <p>“As tarefas deveriam estar organizadas por níveis de desempenho.”</p> <p>“Nem todas as crianças e jovens com PEA se encontram no mesmo "estado" de desenvolvimento. Teria de se criar uma seleção de atividades, enumera-las e sequenciá-las, de acordo com o perfil individual de cada aluno com PEA. Aí cada docente (ou interveniente) do aluno com PEA, poderá adaptar ao estilo de aprendizagem do aluno.”</p>	3

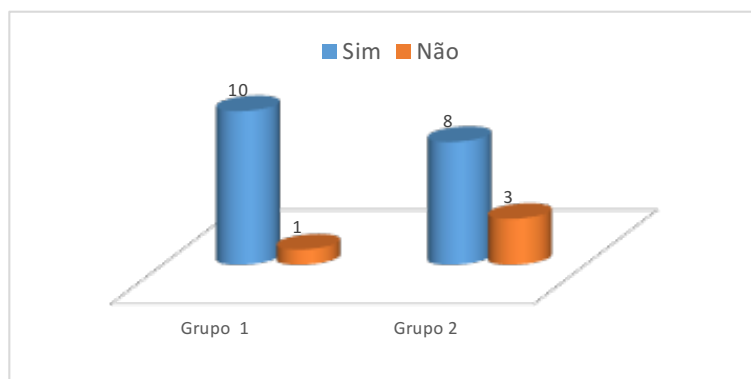


Gráfico 57: Formandos do grupo 1 e 2 – LEMA incorpora atividades estruturadas e adaptada

No que concerne à questão “As estratégias utilizadas para a promoção do desenvolvimento de competências matemáticas são eficazes?” (cf. Gráfico 58), 9 dos 11 formandos do grupo 1 e 10 de 11 formandos do grupo 2 considera que “Sim” apresentando as justificativas descritas na Tabela 45.

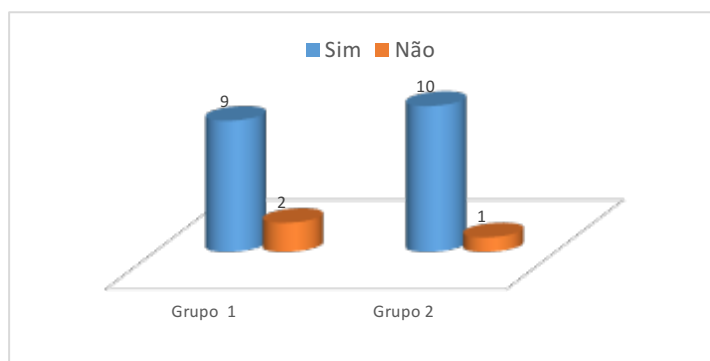


Gráfico 58: Formandos do grupo 1 e 2 – LEMA utiliza estratégias eficazes para desenvolver competências matemáticas

**Tabela 45: Formandos do grupo 1 e 2 – LEMA utiliza estratégias eficazes para desenvolver competências matemáticas**

	<b>LEMA utiliza estratégias eficazes para desenvolver competências matemáticas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Grupo 1</b>	<b>SIM</b> “Porque através desta aplicação as crianças com PEA sentem-se mais motivadas, atentas, concentradas, promovendo deste modo o seu sucesso escolar.” “Embora parcialmente, pois necessitariam de mais variedade de exercícios sobre o mesmo conteúdo, de <i>feedbacks</i> mais expressivos e diversificados e contemplar níveis de dificuldade crescente dentro do mesmo conteúdo, como fator motivador.” “Considero adequadas, uma vez que o aluno pode ter acesso à resolução da situação problemática caso não consiga, com os passos exemplificados.” “São simples e apelativas.” “Sim, porque tem em conta a organização do espaço visual, a estruturação das tarefas e atividades, no entanto deveriam ser acompanhadas pela informação oral(som), de forma a captar a atenção e a facilitar a compreensão do objetivo a atingir.” “A minha muito diminuta prática com crianças PEA não me permite responder com conhecimento de causa.” “Estão de acordo com as áreas fortes das crianças com PEA. Fornecer orientações e informações sobre as tarefas (verbais, visuais e escritas), assim como exemplos da vida quotidiana para melhor compreensão dos conteúdos e do vocabulário, bem como <i>feedback</i> constante. Sabendo que cada criança com PEA é diferente temos por isso que ter estratégias individuais, pois as que podem resultar com uma, não resultam com outra. No entanto há que ter em conta o processamento visual, a memorização de rotinas, os interesses específicos, responder à funcionalidade e necessidades de cada uma. As estratégias de seguir a tarefa passo a passo (análise de tarefas), e só passar à seguinte quando a aprendizagem da primeira foi consolidada é muito importante, assim como a manipulação de materiais diversificados em que a criança possa mexer, explorar e construir, aprendendo- fazendo, observando reconstruindo ... e nos contextos diários ser capaz de aplicar os conhecimentos, generalizando de forma a torna-los funcionais.” “Promovem competências em vários conteúdos matemáticos.” “Podem ser, se devidamente articuladas com os objetivos definidos no início do ano!”	9
	<b>NÃO</b> “Porque podiam ser aplicadas outros tipos de estratégias.” “As estratégias adaptam o ambiente gráfico, estruturam tarefas e atividades. Contudo seria muito positiva a implementação do som para reforço da informação.”	2
	<b>SIM</b> “porque dão ao aluno a possibilidade de explorar a atividade, de aprender de forma autónoma, dando dicas e orientações. após várias tentativas falhadas, tem a explicação passo a passo.” “De acordo com as capacidades de cada aluno poderá ser desenvolvido determinadas competências/objetivos a atingir e assim o aluno poder desenvolver-las.” “Embora pense que o áudio devesse estar mais presente aquando da realização das tarefas e no <i>feedback</i> , bem como o movimento, pois seriam mais motivacionais pelo menos nas crianças mais novas.” “Porque está tudo relacionado com os conceitos matemáticos básicos.” “Desenvolvem o raciocínio matemático, e permitem a aquisição de competências matemáticas.” “Porque desenvolve o raciocínio lógico-dedutivo.” “Baseiam-se em raciocínios lógico-dedutivos e desenvolvem os conhecimentos sobre a vida quotidiana do mundo real.”	10

Tabela 45: Continuação

	LEMA utiliza estratégias eficazes para desenvolver competências matemáticas	TOTAL
Grupo 2	<b>SIM</b> “Porque permitem ao aluno aprender matemática de uma forma divertida e de acordo com as suas competências e dificuldades.” “Tanto a forma como as atividades são apresentadas, como a informação de apoio que surge quando carregamos no botão com a lâmpada, possibilitam que seja feita uma aprendizagem por descoberta. O aluno pode experimentar e pode trabalhar o erro fazendo de novo. O aluno pode demorar o tempo que entender, que isso não o penaliza. A questão do som é extremamente importante, pois não se exige que o aluno domine a leitura para que possa realizar as atividades e, assim, desenvolver competências e efetuar aprendizagens matemáticas.” “é uma aplicação visualmente atrativa”	10
	<b>NÃO</b> “Neste momento não possuo dados para poder aferir isso. Mas denota-se a falta de manipulação de objetos.”	1

Questionados sobre que outro tipo de estratégias/funcionalidades gostariam de ver implementadas nas atividades que incorpora o LEMA, os formandos do grupo 1 descreveram a importância de existirem vários níveis de dificuldade por atividade, mais variedade de atividades sobre um mesmo conteúdo, *feedbacks* mais expressivos e diversificados, a existência de teclas com funções para as crianças com limitações na motricidade fina, exploração de outros materiais, tais como, cuisenaire, ábaco, bem como, incorporar som no sistema, modelos de resolução das atividades, mais atividades do domínio de números e operações e atividades funcionais relacionadas com o calendário, horas, dinheiro, ou contagens. Os formandos do grupo 2 sugeriram igualmente como estratégias a implementar as atividades estarem organizadas por níveis de dificuldade, abarcando todos os anos de escolaridade e todos os domínios da área da matemática, a resolução de problemas simples envolvendo dinheiro e as transformações das unidades de comprimento, e a utilização de outras formas de interação para além do clique ou do arrastar do rato. Importa ainda referir como sugestões a manipulação de objetos 3D, a incorporação de mais vídeos demonstrativos de situações matemáticas da vida real, permitir que as atividades selecionadas pelo professor sejam visualizadas e caso seja necessário reordená-las de forma a prever a sequência de atividades para o aluno de acordo com o seu perfil de funcionalidade (cf. Tabela 46).

**Tabela 46: Formandos grupos 1 e 2 – Tipo de estratégias/funcionalidades a implementar no LEMA**

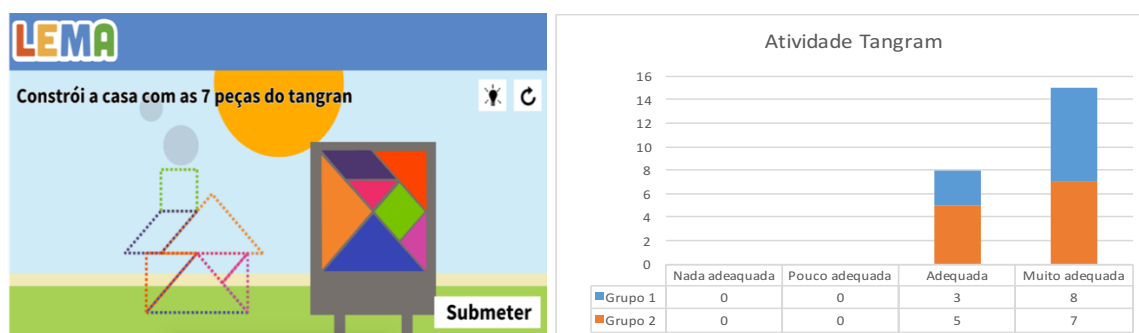
	<b>Tipo de estratégias/funcionalidades a implementar no LEMA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Grupo 1</b>	<p>“Dentro de cada atividade poderia existir vários níveis de dificuldade para o aluno ir evoluindo nas suas aprendizagens.”</p> <p>“As referidas na questão anterior (mais variedade de exercícios sobre o mesmo conteúdo, de <i>feedbacks</i> mais expressivos e diversificados e contemplar níveis de dificuldade crescente dentro do mesmo conteúdo, como fator motivador) e a existência de teclas com funções para as crianças com limitações na motricidade fina.”</p> <p>“Exploração do material Cuisenaire para o conteúdo das frações ou dos legos; Exploração do ábaco para a decomposição de números; pentaminós, ...”</p> <p>“Sons. Mais jogos no mesmo item de atividades aumentando o grau de dificuldades no mesmo. (criando mais categorias) Exemplo: (na atividade do Tangram existir na mesma atividade mais jogos ou categorias do mesmo estilo mas com grau de dificuldades).”</p> <p>“Quando a resposta não está correta, devia dar outro tipo de orientação ao aluno.”</p> <p>“Como supracitado deveria acrescentar o som e ainda modelos de resolução.”</p> <p>“Introdução da parte sonora e de apresentação de modelos de resolução, especialmente em exercícios que apelam ao raciocínio matemático; facilidade de utilização do software (seleção de figuras; uso da régua etc..).”</p> <p>“A minha muito diminuta prática com crianças PEA não me permite responder com conhecimento de causa.”</p> <p>“Para alunos de CEI é fundamental realizar aprendizagens relacionadas com atividades funcionais (calendário, horas, dinheiro, contagens, operações, ...) que possam ser aplicadas no contexto de vida diária. Já referi, utilização de símbolos e o máximo de ajudas possíveis para realização com sucesso, que progressivamente deviam ir sendo retiradas. “; “Mais exercícios na área dos números e operações.”</p> <p>“Gostaria de ver outras áreas do conhecimento exploradas neste formato!”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“penso que o lema deveria abarcar todos os anos de escolaridade e todos os conteúdos, já que os jogos despertam mais interesse e motivação o que ajuda no processo de ensino/aprendizagem.”</p> <p>“Ter campos que possam ser parametrizados pelo orientador do aluno e não ter apenas uma arquitetura fechada.”</p> <p>“Colocar as atividades por níveis de dificuldades, sem que houvesse sempre a necessidade de voltar ao início.”</p> <p>“Mais "níveis" em algumas atividades”</p> <p>“Resolução de problemas simples (organizados por níveis) envolvendo o dinheiro, uma vez que estamos a preparar futuros cidadãos ativos numa sociedade.”</p> <p>“Transformações das unidades de comprimento.”</p> <p>“Manipulação em 3D, com óculos ou luvas eletrónicas.”</p> <p>“Poderiam ser associados alguns vídeos da vida real sobre alguns conteúdos matemáticos, isto é, vídeos que fizessem a demonstração prática da situação.”</p> <p>“Introdução de diferentes graus de dificuldade. - Introdução de um sistema de tutoria para sugestão de atividades por parte dos professores de forma a permitir a sua realização em diferentes contextos autonomamente ou com ajuda dos pais ou pares. - Alteração das imagens que dizem respeito às áreas porque podem induzir em erro. - Introdução de vídeos explicativos ou pistas para consultar.”</p> <p>“As atividades poderiam estar agrupadas por grau de dificuldade. Atualmente, não é possível prever se a atividade que se realiza primeiro é mais simples do que aquela que vem a seguir. Seria importante que, dentro de um tema, se pudesse selecionar qual a atividade a realizar em determinado momento. Como a seleção é feita de forma aleatória, não conseguimos prever que atividade vamos fazer. Quanto à forma de concretizar as atividades, em alguns casos seria mais prático utilizar outras formas de comando, para além do clique ou do arrastar do rato, como por exemplo as teclas com setas existentes no teclado do computador, a tecla de espaço ou as teclas numéricas.”</p> <p>“Maior diversidade de atividades para cada conteúdo, ordenadas por níveis de dificuldade”</p>	11

### C. QUESTIONÁRIO ADEQUAÇÃO PEDAGÓGICA DAS ATIVIDADES

O questionário sobre a adequação científica-pedagógica das atividades (cf. Apêndice 28) teve como intuito averiguar a perceção dos formandos em relação à adequação científica-pedagógica de cada atividade incorporada no ambiente digital LEMA considerando os perfis individualizados de utilizadores com PEA. Especificamente, pretendeu-se compreender quais as fragilidades, no caso de existirem, de cada atividade e sugestões de melhoria, para que o LEMA responda efetivamente às necessidades dos alunos com esta perturbação no que respeita ao desenvolvimento de competências matemáticas.

Para cada uma das trinta atividades incorporadas, os formandos tinham que posicionar o seu nível de concordância numa escala de 4 itens entre “Nada adequada” e “Muito adequada” relativamente à adequação científica-pedagógica de cada atividade. Salienta-se que a análise dos dados recolhidos conduziu a melhorias importantes no protótipo LEMA a fim reajustar cada atividade tendo em conta a diversidade de perfis de alunos com PEA. Esta análise foi realizada tendo por base o conjunto de dados recolhidos nas duas edições da ação de formação.

A atividade “Tangram” foi classificada pelos formandos dos dois grupos como “adequada” (8) e “muito adequada” (14) (cf. Gráfico 59). Contudo, os formandos apontaram como fragilidades o facto de as peças não rodarem, caso aluno repita esta atividade aparece sempre a mesma imagem, algumas cores utilizadas nas peças são muito parecidas e que esta atividade devia contemplar níveis de crescente dificuldade. As sugestões de melhoria foram indicadas com vista a solucionar as fragilidades encontradas e ainda 1 formando referiu que palavra “submeter” é de difícil compreensão e que podia ter associado à palavra um símbolo (cf. Tabela 47).



**Gráfico 59: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Tangram – Adequação científica às PEA**

**Tabela 47: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Tangram – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	<b>Fragilidades</b>	<b>Sugestões de melhoria</b>
<b>Grupo 1</b>	<p>“As peças não rodarem.”</p> <p>“O aluno devia "encaixar" a peça na sua totalidade, pois ao colocar a primeira verifica que o sistema "empurra" a mesma para o espaço correto.”</p> <p>“A cor dos dois triângulos pequenos, por estarem próximos, pode causar confusão.”</p> <p>“Dificuldades em perceber que a peça de encaixe é a correta, mas que está apenas numa posição diferente.”</p> <p>“Utilizar o jogo com vários critérios iniciar com - imagens em posição normal e aumentando o grau de dificuldades - o arrastar do rato.”</p> <p>“As cores de alguns triângulos são muito parecidas, o que pode levar o aluno a fazer por tentativa e erro. A mensagem de tutoria refere "roda as peças" e não 'e esse o procedimento basta arrastar e colocar no respetivo lugar.”</p> <p>“Quando o aluno coloca mal a peça ela devia voltar ao local de início.”</p>	<p>“Rotação das peças. Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“O aluno deve visualizar a correspondência!”</p> <p>“Mudar as cores.”</p> <p>“Rodar a peça antes de encaixar no sítio correto.”</p> <p>“Colocação da imagem igual ao modelo - clicar na imagem igual a cor e automaticamente a imagem iria ao seu lugar</p> <p>provavelmente as peças poderiam estar na posição a ser utilizada.”</p> <p>“A possibilidade da rotação das figuras para a posição em que se encontram no esboço poderia facilitar a compreensão.”</p> <p>“Para alunos com graves dificuldades a palavra " submeter" pode ser de difícil compreensão - poderia ter um símbolo que o ajude a perceber que acabou. Mais contraste nas cores.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Caso o aluno repita esta atividade, surge sempre a mesma figura.”</p> <p>“Tempo de selecionar a próxima peça é ligeiramente demorado.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade: - Utilizar o modelo com e sem pistas visuais (cores) - Possibilidade de rotação das figuras geométricas manualmente.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Esta atividade poderia apresentar diversos níveis de dificuldade de acordo com a faixa etária/competências do aluno.”</p> <p>“Criar outras atividades em que o grau de dificuldade fosse diferente - por exemplo omitir os ponteados que delimitam as peças a usar.”</p>

Da mesma forma os formandos assinalaram a atividade “Sequências” como “Adequada” (7) e “Muito adequada” (16) (cf. Gráfico 60), indicando as seguintes fragilidades: a existência de poucas figuras geométricas, o ponto de interrogação pode ser assumido como elemento da sequência, a repetição da mesma lógica de sequência e a pista que é dada não contribuir como ajuda para alunos com maiores dificuldades por ser outra questão e não um modelo. Importa referir que uma das fragilidades apontadas pelos formandos do grupo 2 “*Não aceita que se posicione na sequência uma figura errada, só fixando a correta.*” foi uma das sugestões de melhorias do grupo 1 “*...a peça voltar ao local de partida quando o aluno executa errado.*”. Relembramos que entre a 1ª edição e 2ª edição da ação de formação foram feitas algumas melhorias ao protótipo LEMA, de acordo com os dados recolhidos na 1ª edição. Os formandos de ambos os grupos foram unânimes em relação às sugestões de melhoria para esta atividade, ao referirem que deveriam ser criados diferentes níveis de



dificuldade, designadamente, “...aumentar o padrão, número de figuras a selecionar, diferentes cores na mesma figura e repetição de cores de forma sequencial.” (cf. Tabela 48).



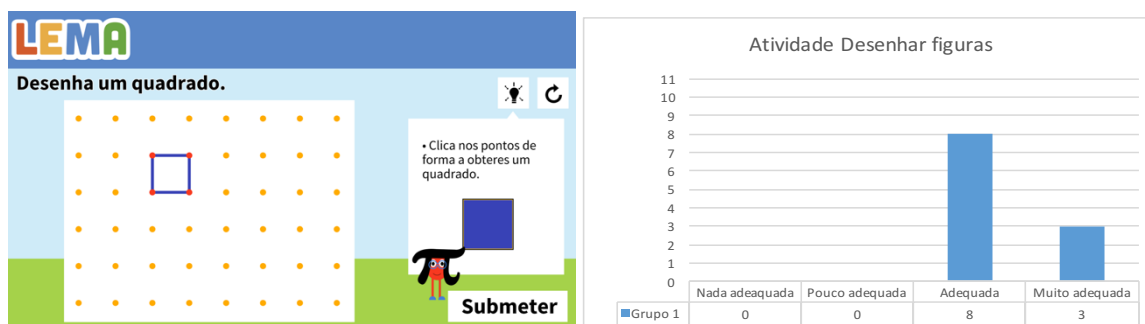
**Gráfico 60: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Sequências – Adequação científica às PEA**

**Tabela 48: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Sequências– Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Poucas figuras geométricas!”</p> <p>“Arrastar a imagem”</p> <p>“O Ponto de interrogação pode ser assumido como um elemento da sequência.”</p> <p>“O uso do ponto de interrogação pode ser assumido como uma outra figura.”</p> <p>“Depende das competências dos alunos. Alguns farão sem dificuldade e sem recorrer à ajuda. Noutros casos seria melhor começar por apresentar apenas o círculo e o quadrado para facilitar o sucesso e até ter o modelo correto. A ajuda para crianças com dificuldade não contribui para ajudar porque não tem o modelo, mas sim outra pergunta. A peça quando colocada erradamente devia voltar à origem para o aluno perceber de imediato que está incorreto e voltar a tentar tem que submeter e voltar para trás. Alunos com défice de atenção podem desistir e ficar confusos em voltar para trás.”</p>	<p>“Diversificar o nível de dificuldade. Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Devia ter uma sequência completa e outra por completar!”</p> <p>“Aumentar o nível de dificuldade nas sequências seguintes.”</p> <p>“Clicar na imagem certa.”</p> <p>“Deixar o espaço em branco.”</p> <p>“Não colocar nenhuma imagem.”</p> <p>“Modelo correto de realização e a peça voltar ao local de partida quando o aluno executa errado.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Não aceita que se posicione na sequência uma figura errada, só fixando a correta.”</p> <p>“Repetição da mesma lógica de sequência.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Esta atividade poderia apresentar diversos níveis de dificuldade de acordo com a faixa etária/competências do aluno - Aumentar o padrão; número de figuras a selecionar; diferentes cores na mesma figura, repetição de cores de forma sequencial.”</p> <p>“O sistema deveria permitir colocar sobre a reta qualquer uma das figuras para que se pudesse trabalhar o erro.”</p> <p>“Deveriam ser criadas outras sequências, ordenadas por grau de dificuldade.”</p>

A maioria dos formandos do grupo 1 considera a atividade “Desenhar figuras” “adequada” a alunos com PEA (8 de 11) (cf. Gráfico 61), salvaguardando que a validação da resposta correta

deve ser alterada, permitindo o desenho da figura geométrica desde que correto em função das linhas que a delimitam, independentemente dos pontos assinalados. Os formandos também referiram que para alunos com dificuldades na motricidade fina não é muito fácil fixar o ponto, o que pode causar algum stress e desconforto aos alunos e que para alunos com maiores dificuldades cognitivas, o enunciado devia ter o símbolo representativo da figura geométrica mencionada (cf. Tabela 49).



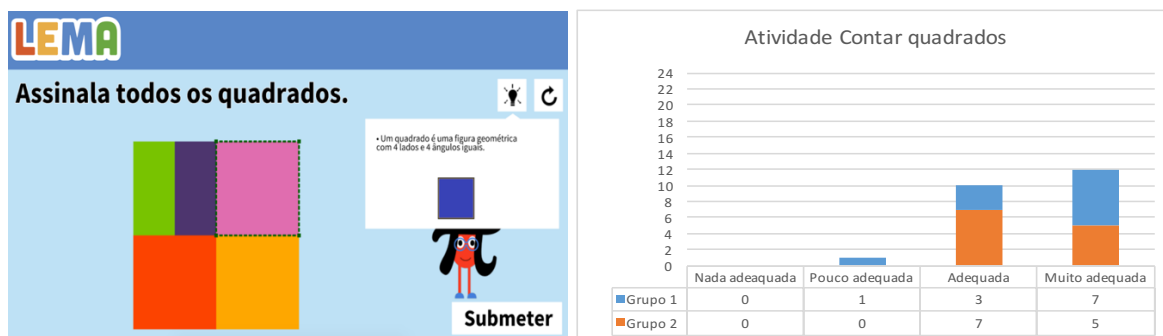
**Gráfico 61: Formandos do grupo 1 – Atividade Desenhar figuras – Adequação científica à PEA**

**Tabela 49: Formandos do grupo 1 – Atividade Desenhar figuras– Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“A limitação de aceitação de respostas.”</p> <p>“Os pontos (vértices) da figura e a linha que os une, que se não ficar bem selecionada, arrasta pelo écran.”</p> <p>“o clicar nos pontos.”</p> <p>“A delimitação tem que ser continua se parar a meio, apesar de certa, o <i>feedback</i> é negativo.”</p> <p>“O traçado de cada lado tem de ser contínuo, não aceita paragens antes porque o resultado é negativo quando efetivamente foi desenhada figura pedida.”</p> <p>“Para as crianças que apresentam dificuldades de motricidade fina não é muito fácil fixar o ponto.”</p> <p>“Ao assinalar pontos da figura para além dos vértices não há aceitação.”</p> <p>“Dificuldade na fixação do ponto vermelho.”</p> <p>“A manipulação do rato para delinear a linha torna-se difícil e pode criar stress no aluno. A linha devia fixar-se com mais facilidade. A ajuda devia apenas ter o limite e não ser sombreado. Para alunos com maior dificuldade o modelo devia estar no próprio enunciado. A instrução devia ter o símbolo do quadrado.”</p>	<p>“Definição das figuras geométricas. Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Explicar melhor como se faz o quadrado (neste caso), e o que acontece com os pontos (vértices) quando a linha azul se mantém selecionada.”</p> <p>“Construir o quadrado automaticamente e clicar no final da imagem.”</p> <p>“Considerar a resposta em função dos traçados e não dos pontos.”</p> <p>“Aceitar a resposta em função da imagem final.”</p> <p>“Permitir a aceitação da figura desde que correta, independentemente dos pontos assinalados.”</p>

No que respeita à atividade “Contar quadrados” apenas 1 dos formandos considera que esta atividade é pouco adequada ao nível da usabilidade, 10 adequada e 12 muito adequada (cf. Gráfico 62). Foram indicadas como fragilidades a dificuldade na seleção dos quadrados, o contraste das cores depois de selecionar os quadrados e a não existência de uma forma de desseleccionar uma figura para

corrigir a resposta. As sugestões de melhoria refletem-se em começar com uma figura geométrica e aumentar o grau de dificuldade, a introdução de uma função que permita anular a seleção de figuras erradas, destacar ainda mais aos quadrados selecionados, dar informações de quantos quadrados ainda faltam encontrar quando o aluno faz a validação da sua resposta, por exemplo: “Tenta de novo – ainda te faltam encontrar X quadrados” e que deveria de haver outro mecanismo para assinalar/selecionar os quadrados (cf. Tabela 50).



**Gráfico 62: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Contar quadrados – Adequação científica às PEA**

**Tabela 50: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Contar quadrados – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

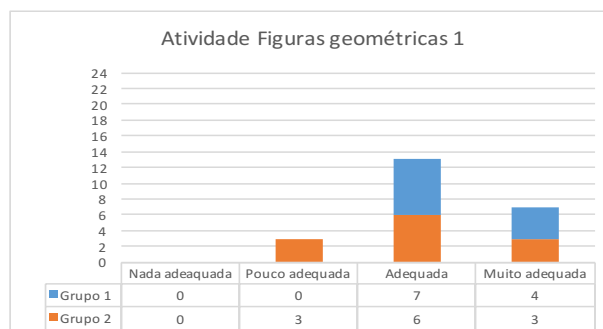
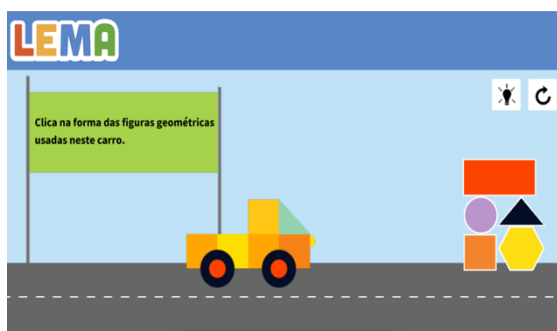
	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Dificuldade na seleção das figuras.</p> <p>“O contraste das cores depois de selecionar os quadrados (do preto para outra cor).”</p> <p>“Muitos quadrados ao mesmo tempo.”</p> <p>“O ponto é pequeno e os alunos nem sempre o encontram à primeira, depois quando selecionam tem dificuldade em ajustar. Depois de falhar a 1ª vez não existe uma forma de corrigir a resposta.”</p> <p>“O ponto que permite arrastar para selecionar a figura é pequeno e difícil para alunos com problemas de motricidade fina. Não existe uma forma de “desselecionar” a figura que erra para ser corrigido.”</p> <p>“O aluno pode necessitar de ajuda física para manipular o rato na fixação da linha que demarca o quadrado. Devia ter na questão o símbolo. Quando o aluno erra as linhas não deviam fixar-se”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Dar um sinal sonoro quando a totalidade dos quadrados está selecionada, pois embora apareça a quantidade, os alunos não se apercebem.”</p> <p>“Implementar mais exercícios com figuras diferentes.”</p> <p>“Começar com uma imagem e aumentar o grau de dificuldade.”</p> <p>“Aumentar o ponto, facilitar a seleção e permitir voltar ao início da tarefa depois de falhar.”</p> <p>“A introdução de uma função que permita anular a seleção das figuras quando erram.”</p> <p>“Destacar com uma cor mais forte os quadrados à medida que os alunos os vão assinalando.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Alguma confusão visual no sentido da criança considerar no canto superior esquerdo um quadrado com duas cores.”</p> <p>“O sistema apenas permite selecionar os quadrados a partir do vértice inferior direito.”</p> <p>“A seleção dos quadrados pode ser difícil, mesmo para alunos que não tenham dificuldades no campo da motricidade, uma vez que a seleção do quadrado tem que iniciar num vértice.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade: - Diferenciar graus de dificuldade com inclusão de figuras geométricas diferenciadas, dos quadrados, para níveis mais elementares.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p>

Tabela 50: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>		<p>“Uma vez que a maior dificuldade na seleção dos quadrados é encontrar o quadrado maior e o que envolve dois retângulos sugerimos que sejam dadas informações/dicas de quantos quadrados ainda faltam encontrar quando o aluno submete (em vez de dizer logo "Não está certo - Tens de encontrar todos os quadrados" poderia dizer "Tenta de novo- ainda te faltam encontrar X quadrados".”</p> <p>“Criar outro mecanismo para que o aluno assinala os quadrados.”</p> <p>“A seleção ser feita apenas com a colocação do cursor do rato em cima do quadrado.”</p>

Considerando a atividade “Figuras geométricas 1”, verifica-se que 3 formandos assinalam esta atividade como pouco adequada ao nível da sua adequabilidade gráfica, 13 adequada e 7 como sendo muito adequada (cf. Gráfico 63). As fragilidades apontadas enquadram-se nas dificuldades de alguns alunos em perceber que a posição e a cor das figuras não interferem na resolução da atividade, na sobreposição do painel com o enunciado sobre a imagem a analisar, no facto do desenho da carroçaria do camião induzir em erro, uma vez que a junção de dois quadrados forma um retângulo e o sistema da atividade não valida a seleção do retângulo como resposta certa. Também indicaram como fragilidades o facto da imagem ser sempre a mesma, as cores utilizadas na imagem serem muito próximas e, no caso dos formandos do grupo 1, a pista existente na atividade ser muito complexa, por ter muitas figuras geométricas e sendo ilustradas pode desviar a atenção da identificação da figura geométrica porque os alunos com PEA podem centrar-se no boneco da figura. A última fragilidade aqui descrita não se espelhou nas fragilidades apontadas pelos formandos do grupo 2, por ter sido uma das melhorias implementadas no intervalo entre a realização das duas edições das ações de formação (cf. Tabela 51).

A existência de diferentes graus de dificuldade (por exemplo, em níveis mais elementares as cores das figuras geométricas e as suas posições deveriam corresponder entre si), a extração do painel de sobreposição com a imagem, o aumento da imagem a analisar, o uso do retângulo ou a sua exclusão da atividade na validação da resposta e a criação de imagens não ambíguas foram as sugestões de melhoria recomendadas pelos formandos (cf. Tabela 51).



**Gráfico 63: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Figuras Geométricas 1 – Adequação científica às PEA**

**Tabela 51: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Figuras Geométricas 1 – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Alguns alunos/professores podem considerar a presença de um retângulo!”</p> <p>“A cor dos quadrados que leva a engano na seleção de outras figuras geométricas.”</p> <p>“Dificuldades em perceber que a posição e a cor das figuras não interferem na realização do exercício.”</p> <p>“Figuras geométricas não tem a mesma posição que o modelo.”</p> <p>“O retângulo induz em erro, de facto retângulo existe na figura.”</p> <p>“A imagem com 2 quadrados forma um retângulo e induz em erro.”</p> <p>“Limitação da aceitação de figuras por composição.”</p> <p>“A criança também assinalou o retângulo, como figura resultante da junção de quadrados.”</p> <p>“As cores são muito semelhantes. e para alunos com mais dificuldades devia ter apenas uma hipótese errada para permitir sucesso. A ajuda é muito complexa com muitas formas geométricas e sendo ilustrada pode desviar a atenção da identificação da forma porque se centram no boneco. quando se assinala a figura esta devia ser demarcada de forma a ver-se melhor o contorno para perceberem melhor que já selecionaram.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Considerar o retângulo como parte da resposta correta.”</p> <p>“Não ter muitas figuras (que não interessam). para selecionar do lado direito. As cores serem as mesmas na figura e na informação.<sup>2</sup></p> <p>“Colocar as figuras geométricas na posição em que se encontram na figura.”</p> <p>“Colocar as figuras geométricas na mesma posição do desenho.”</p> <p>“Considerar o retângulo como resposta correta.”</p> <p>“Considerar o retângulo como resposta certa. retirar o retângulo, substituí-lo por outra figura geométrica para não induzir o aluno em erro.”</p> <p>“Ampliar as possibilidades permitindo a aceitação de figuras geométricas resultantes de composição de outras figuras (ex.: 2 quadrados constituem um retângulo). Aceitação dessa hipótese.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Sobreposição do painel da informação (Verde) sobre a imagem a analisar. A carroçaria do camião induz em erro uma vez que o exercício não permite a seleção do retângulo podendo esta, na nossa perspetiva, também ser uma possibilidade.”</p> <p>“Os alunos acabam por identificar na imagem o retângulo, o que não está errado, pois ele corresponde há associação de dois quadrados, no entanto a atividade não permite fazer essa opção.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade: - Em níveis mais elementares as cores das figuras geométricas deveriam corresponder entre si.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Retirar o painel da sobreposição com a imagem.; aumento do tamanho do camião; o uso do retângulo ou a sua exclusão.”</p> <p>“Criar outras imagens, em que a disposição das figuras geométricas não cause resoluções ambíguas.”</p>

Tabela 51: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>	“Cores muito aproximadas na imagem e algumas figuras geométricas da mesma cor das do campo de resposta, o que pode condicionar a resposta do aluno. A imagem é sempre a mesma.”	“A imagem deveria apresentar cores distintas das do campo de resposta. Este exercício deveria ser estruturado por níveis nos quais a imagem seria diferente de acordo com o nível de dificuldade.”

Na atividade “Figuras geométricas 2” constata-se que 13 formandos consideraram esta atividade muito adequada, 8 adequada e apenas 2 formandos assinalaram esta atividade com sendo nada adequada (cf. Gráfico 64), pelo facto de esta apresentar uma incorreção científica, aceitando o círculo como polígono e ainda porque, por vezes, quando é lançada a atividade pela primeira vez, aparecem figuras que os alunos desconhecem (exemplo: trapézio). Outra fragilidade apontada pelo grupo 1, diz respeito às “caras” desenhadas nas figuras geométricas que podem constituir elementos distratores para a resolução da atividade. De notar que esta fragilidade foi colmatada na segunda edição da ação de formação. Na opinião dos formandos esta atividade deveria ser reformulada ao nível da questão do enunciado, serem criados níveis de dificuldade, sendo que num primeiro nível se deveria associar a palavra à figura geométrica, aumentar progressivamente o número de polígonos e colocar intrusos nas hipóteses (cf. Tabela 52).

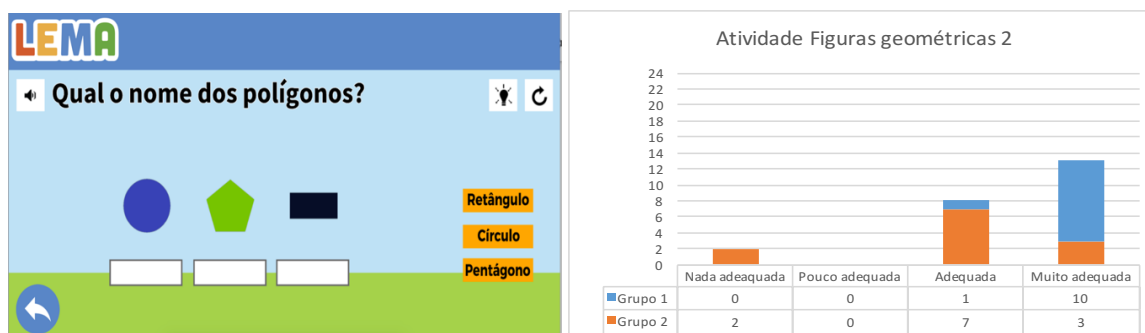


Gráfico 64: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Figuras geométricas 2 – Adequação científica às PEA

Tabela 52: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Figuras geométricas 2 – Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	“Para alunos que não leem e que ainda não dominam o conceito é difícil. Os desenhos nas figuras podem ser distratores.”	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Talvez não ter a cara nos polígonos.”</p> <p>“Sons para o aluno perceber o pedido.”</p> <p>“Associada à palavra devia estar a figura geométrica. Há necessidade de aprender os conceitos por análise de tarefas: primeiro com ajuda total e progressivamente ir retirando as ajudas. por correspondência mas com modelo igual para associar.”</p>

Tabela 52: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
Grupo 2	<p>“Todos os nomes sugeridos serão utilizados.”</p> <p>“O exercício apresenta uma incorreção científica, aceitando o círculo como polígono.”</p> <p>“Por vezes, no primeiro exercício, aparecem figuras que os alunos desconhecem (exemplo: trapézio).”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Aumentar o tamanho dos polígonos; aumentar progressivamente o número de polígonos e colocar intrusos nas hipóteses.”</p> <p>“As opções de resposta deveriam ser em maior número relativamente aos polígonos apresentados.”</p> <p>“A questão deveria ser alterada para "Qual o nome das figuras geométricas?" ou retirar o círculo das imagens e do campo das respostas. O exercício deveria estar estruturado por níveis de desempenho.”</p>

Em relação à atividade “Decomposição de figuras”, o nível de concordância dos formandos é muito dispar, 6 formandos assinalaram como pouco adequada, 8 adequada e 9 muito adequada a alunos com PEA (cf. Gráfico 65). Estes mencionaram que a referida atividade é de difícil compreensão, exigindo uma maior capacidade de abstração dos alunos, bem como ao nível da motricidade fina e que todas as soluções corretas não foram contempladas na validação da resposta. Para esta atividade, as sugestões traduzem-se na coerência na validação da resolução da atividade, na criação de diferentes níveis de dificuldade, começando pela construção de um quadrado com os fósforos, desconstruir para depois evoluir para conceitos mais abstratos, na existência de outra forma de manipulação dos fósforos, sem ser necessário recorrer ao rato e antes de iniciar a tarefa deveria surgir um exemplo de apoio à execução da atividade, entre outras sugestão de melhoria descritas na Tabela 53.

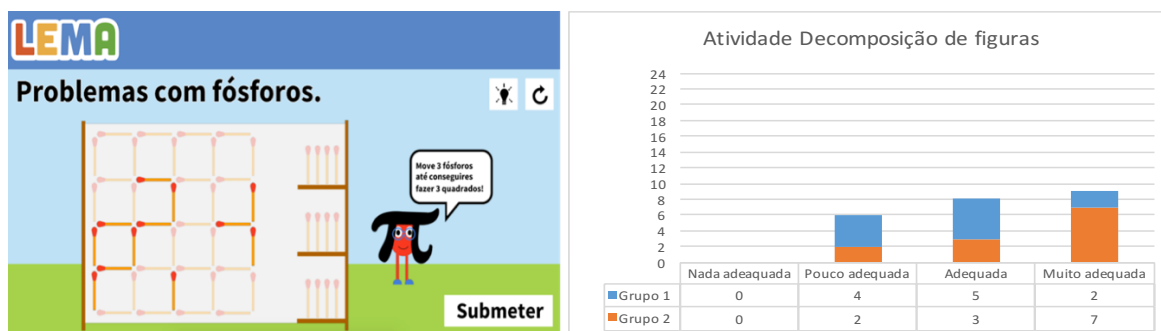
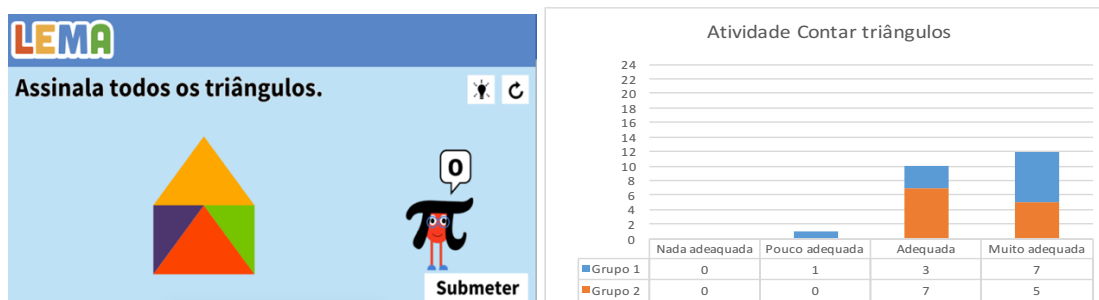


Gráfico 65: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Decomposição de figuras – Adequação científica às PEA

**Tabela 53: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Decomposição de figuras – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Aceitar mais do que uma hipótese, desde que correta.”</p> <p>“A demora na resolução da atividade por parte do aluno poderá levar à desmotivação.”</p> <p>“Muito complicado. Nem sempre aceita uma resposta, mesmo que esta esteja correta.”</p> <p>“Falta de som _ não aceita a solução certa.”</p> <p>“Não podes clicar mais vezes que o número de fósforos pedidos e considera logo errado.”</p> <p>“Não se pode fazer mais que 3 cliques. não dá hipótese de tentativas.”</p> <p>“Não existe "coerência" nas soluções que vão surgindo (nas mesmas situações, por vezes indica certo e outras errado).”</p> <p>“Talvez haja mais hipóteses de resposta.”</p> <p>“De difícil compreensão, com necessidade de existir primeiro uma exemplificação - para o aluno visualizar como se faz. A instrução não facilita a execução e devia manter-se sempre presente enquanto o aluno vai experimentando.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Embora a informação esteja do lado direito, esta devia manter-se quando a atividade se está a realizar; dar um <i>feedback</i> quando se movem mais fósforos do que o pedido, pois há a tendência de mover todos os fósforos até formar a figura igual à informação.”</p> <p>“Sons - Aceitar a primeira a solução certa”</p> <p>“Admitir várias tentativas.”</p> <p>“Admitir várias tentativas.”</p> <p>“"Coerência" nas respostas às situações, estando elas corretas.”</p> <p>“Efetuar programação para aceitação de mais respostas desde que válidas, se possível.”</p> <p>“Começar por níveis de dificuldade menores.”</p> <p>“Construir quadrados com os fósforos, desconstruir para depois aplicar os conceitos mais abstratos. É importante poder a par ter fósforos para manipular e observar as possibilidades que auferem em termos de construção de formas.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Capacidade de abstração de alguns alunos.”</p> <p>“Alguns alunos têm dificuldade em arrastar os fósforos com o rato e desmotivam.”</p> <p>“A questão inicial conduz os alunos a pensar que a imagem final será apenas dois quadrados, quando na realidade formam-se os dois quadrados, mas alguns fósforos ficam sem pertencer aos mesmos.”</p> <p>“(Faz pensar muito os alunos)”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Colocar os exercícios por níveis de dificuldade crescente.”</p> <p>“Esta é uma das atividades em que é muito evidente a necessidade de existirem outras formas de seleção e deslocação de elementos/peças sem recorrer ao rato.”</p> <p>“Antes de iniciar a tarefa deveria surgir um exemplo de resposta.”</p>

No caso da atividade “Contar triângulos”, verifica-se igualmente que apenas 1 dos formandos considera que esta atividade é pouco adequada, 10 adequada e 12 muito adequada, tal como constatamos na atividade “Contar quadrados” (cf. Gráfico 66). De igual forma, reconhecemos que atividade em análise apresenta as mesmas fragilidades e sugestões de melhoria quando comparada à atividade já mencionada, tal como podemos observar na Tabela 54.

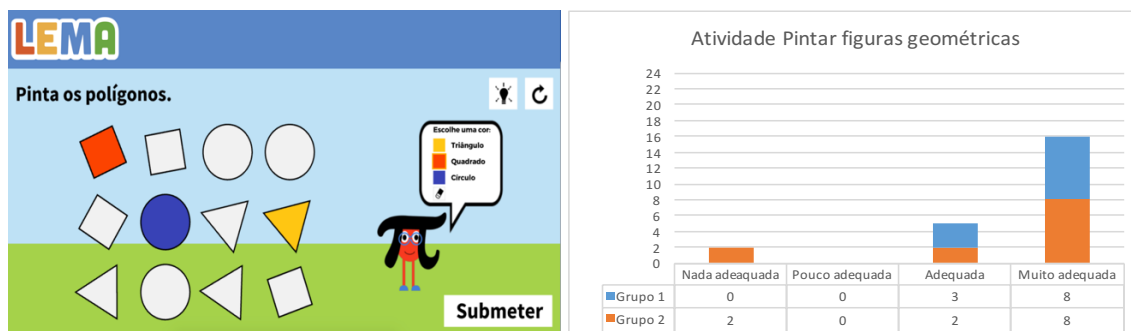
**Gráfico 66: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Contar triângulos – Adequação científica à PEA**



**Tabela 54: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Contar triângulos – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	<b>Fragilidades</b>	<b>Sugestões de melhoria</b>
<b>Grupo 1</b>	<p>“A cor depois do triângulo selecionado.”</p> <p>“Menos triângulos.”</p> <p>“O ponto é pequeno e os alunos nem sempre o encontram à primeira, depois quando selecionam tem dificuldade em ajustar. Depois de falhar a 1ª vez não existe uma forma de corrigir a resposta.”</p> <p>“O ponto que permite arrastar para selecionar a figura é pequeno e difícil para alunos com problemas de motricidade fina.”</p> <p>“Para as crianças que apresentam dificuldades de motricidade fina não é muito fácil fixar o ponto.”</p> <p>“A movimentação do rato torna-se insegura com dificuldade em fixar a forma. O limite da figura quando realizado devia ficar mais acentuado com maior visibilidade para verem que já está.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Mais propriamente na cor verde, em que não se percebe se esse triângulo já foi selecionado. <i>Feedback</i> oral depois da seleção de todos os triângulos. De notar que, positivamente, mesmo selecionando o triângulo verde mais de uma vez, o algarismo não o conta (aumenta).”</p> <p>“Começar com uma imagem e aumentar o grau de dificuldade – som.”</p> <p>“Aumentar o ponto, facilitar a seleção e permitir voltar ao início da tarefa depois de falhar.”</p> <p>“Aumentar o tamanho do ponto.”</p> <p>“A instrução devia ter símbolos. Mais fácil seria carregar nos triângulos e ele aceitar e marcar como identificado em vez dos pontos.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Caso o aluno repita esta atividade, surge sempre a mesma figura.”</p> <p>“A seleção dos triângulos pode ser difícil, mesmo para alunos que não tenham dificuldades no campo da motricidade, uma vez que a seleção do triângulo tem que iniciar num vértice.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Tal como sugerido no exercício "Contar quadrados", propomos que sejam dadas informações/dicas de quantos triângulos ainda faltam encontrar quando o aluno submete (em vez de dizer logo "Não está certo - Tens de encontrar todos os triângulos" poderia dizer "Tenta de novo- ainda te faltam encontrar X triângulos".”</p> <p>“Criar outras atividades em que o grau de dificuldade fosse diferente.”</p> <p>“A seleção ser feita apenas com a colocação do cursor do rato em cima do triângulo.”</p>

No que concerne à atividade “Pintar figuras geométricas”, a maioria dos formandos classifica esta atividade como sendo muito adequada (16) e adequada (5) (cf. Gráfico 67). As 2 formandas que assinalaram nada adequada, justificam esta opção pelo facto de esta atividade apresentar uma incorreção científica, aceitando o círculo como polígono, sugerindo como reajustamento a reformulação da questão para *"Pinta as figuras geométricas." ou retirar o círculo das imagens e do campo das respostas.*”. Outras fragilidades encontradas pelos formandos nesta atividade são: a forma como a cor está representada poderá induzir os alunos em erro, por esta estar associada a uma figura geométrica (quadrado), o elevado número de figuras geométricas presentes no ecrã e pouco variadas, a mensagem de tutoria ter mais informação do que a necessária e a não explicitação dos conceitos matemáticos associados à atividade. As sugestões de melhoria vão ao encontro das fragilidades encontradas pelos formandos, tal como podemos observar na Tabela 55.



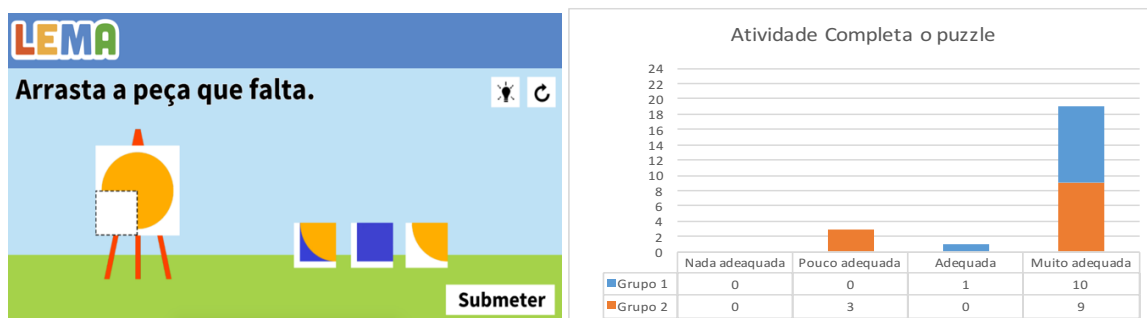
**Gráfico 67: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Pintar figuras geométricas – Adequação científica às PEA**

**Tabela 55: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Pintar figuras geométricas – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“A forma como a cor está apresentada poderá induzir o aluno em erro!”</p> <p>“Tem muitos polígonos no ecrã. A forma e a cor associados.”</p> <p>“A informação da cor pode ser associada à imagem do quadrado.”</p> <p>“A informação da cor está associada à figura geométrica, quadrado, o que leva o aluno a alguma confusão.”</p> <p>“A mensagem de tutoria tem mais ajudas do que as necessárias. Tem muita informação.”</p> <p>“Devia concretizar o que são polígonos. Devia manter-se à vista para que o aluno possa estar sempre a visualiza-la. Também aqui devia ser por etapas: a legenda da PI devia para além da cor também ter a forma. O vocabulário matemático tem sempre que ser desmontado para que compreenda, pois têm muita dificuldade em memorizar vocabulário como polígonos, hexágonos...”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“A cor podia ser apresentada numa paleta (a fazer lembrar o Paint).”</p> <p>“Embora a aluna não tenha tido dificuldade neste exercício, acho que seria mais uma ajuda visual, escrever triângulo e na cor para o mesmo ter a forma do triângulo, e o mesmo para o círculo e a forma do círculo.”</p> <p>“Escolher outro símbolo para a cor.”</p> <p>“Escolher símbolos diferentes para as cores.”</p> <p>“Cada atividade se progressiva na aprendizagem dos conceitos, sempre com a preocupação das dificuldades a nível da compreensão de conceitos matemáticos, por isso a importância de ter os conceitos sempre presentes para realizar as tarefas com sucesso.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“As figuras a pintar são pouco variadas em termos de formas e dimensões.”</p> <p>“O exercício apresenta uma incorreção científica, aceitando o círculo como polígono.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade: - Em níveis mais elementares as cores e formas das figuras geométricas legendadas deveriam corresponder às figuras geométricas a colorir.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“No conjunto dos polígonos dados poderiam aparecer outros que não triângulos, quadrados e círculos e terem dimensões diferentes.”</p> <p>“A questão deveria ser alterada para "Pinta as figuras geométricas" ou retirar o círculo das imagens e do campo das respostas.”</p>

Na atividade “Completa o puzzle” verifica-se que apenas 3 formandos consideram esta atividade pouco adequada ao nível da usabilidade, 1 adequada e a maioria, neste caso 19 formandos, muito adequada (cf. Gráfico 68). As fragilidades deparadas dizem respeito a algumas falhas no sistema ao nível da lentidão, seleção e arrastamento da peça, a falta de som, muitos itens de resposta,

a mensagem tutorial para quem tem dificuldades de leitura pode tornar-se de difícil compreensão, bem como, a atividade pode ser feita por tentativa erro sem que o aluno compreenda o conceito de isometria. Quanto às sugestões de melhoria, os formandos sugerem que é necessário implementar som, criar diferentes níveis de dificuldade e existir outras formas de seleção e deslocação das peças (cf. Tabela 56).



**Gráfico 68: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Completa o puzzle – Adequação científica às PEA**

**Tabela 56: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Completa o puzzle – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Algumas falhas no sistema, por vezes não permite a seleção da peça correta.”</p> <p>“Falta de som - Muitos itens de resposta.”</p> <p>“Não encontrei. A mensagem tutorial para quem tem dificuldades de leitura é que pode tornar-se difícil. A atividade pode ser feita por tentativa e erro sem compreensão do conceito.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Som - dois itens de resposta”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Pouco apelativo.”</p> <p>“Alguns alunos têm dificuldade em arrastar as peças com o rato e desmotivam.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade.”</p> <p>“Complexificar a imagem progressivamente de forma a adaptar ao nível de escolaridade.”</p> <p>“Esta é uma das atividades em que é muito evidente a necessidade de existirem outras formas de seleção e deslocação das peças sem recorrer ao rato.”</p>

Considerando a atividade “Eixo de simetria”, observa-se que 8 formandos assinalaram esta atividade como sendo muito adequada, 13 adequada e apenas 2 formandos distinguiram-na como pouco adequada (cf. Gráfico 69). Os formandos identificaram as seguintes fragilidades: o elevado grau de complexidade da atividade para a generalidade dos alunos com PEA devido à imagem a ser refletida ser muito dispersa, a difícil identificação do eixo de simetria, a existência de muitas quadrículas e as dificuldades que os alunos com esta perturbação sentem ao refletir a imagem de cima para baixo. Para que possam ser ultrapassadas as referidas fragilidades, os formandos sugeriram que sejam criados diferentes níveis de dificuldade, iniciando com um eixo de simetria na vertical e

com imagens simétricas mais concretas, como também, 1 dos formandos referiu que a pista dada na atividade devia ser igual à imagem apresentada na atividade (cf. Tabela 57).



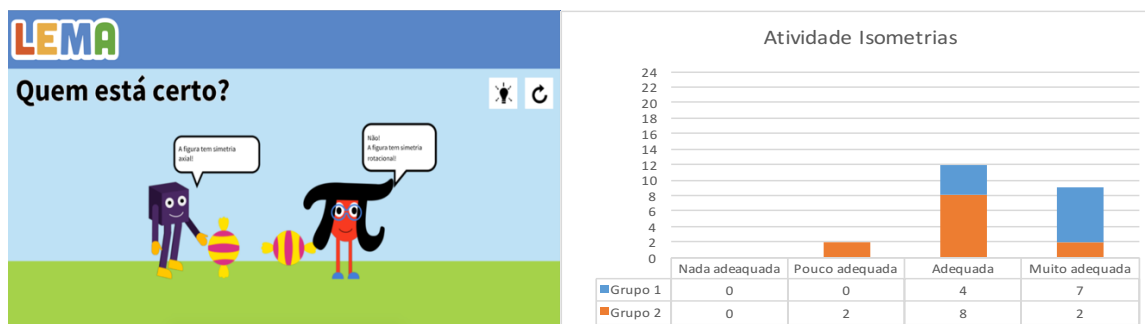
**Gráfico 69: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Eixo de simetria – Adequação científica às PEA**

**Tabela 57: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Eixo de simetria – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“O conceito de simetria deve estar bem interiorizado.”</p> <p>“Dificuldades em espelhar a figura de cima para baixo.”</p> <p>“Muitas quadriculas - Falta de som - Muita cor como item.”</p> <p>“Imagem muito cheia, quadriculado tem duas cores e dificulta a identificação do eixo de simetria.”</p> <p>“O eixo de simetria confunde-se com as linhas das quadriculas.”</p> <p>“Parece-me adequado embora necessite de muita atenção concentração na realização, o que é positivo.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“A informação na "luz" deve ser igual ao desenho simétrico que é pedido.”</p> <p>“Desenhos simétricos mais concretos e colocar o eixo de simetria na vertical.”</p> <p>“Iniciar com menos quadriculas e aumentar o grau de dificuldades (mais Níveis) - Som - Iniciar com duas cores.”</p> <p>“o quadriculado deve ter todo a mesma cor.”</p> <p>“O eixo de simetria devia estar mais destacado.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Grau de complexidade elevado logo no início.”</p> <p>“A imagem é dispersa e complexa para os alunos.”</p> <p>“O grau de dificuldade da tarefa é elevado para a generalidade dos alunos com PEA.”</p>	<p>“Diferentes graus de dificuldade, incluindo com eixo de simetria vertical.”</p> <p>“Criar diferentes níveis de dificuldade, iniciando com uma simetria de eixo vertical.”</p> <p>“Iniciar com eixo de simetria vertical, com imagens mais simples, podendo ser mais complexas ao longo da atividade.”</p> <p>“Criação de simetrias de eixo vertical; imagens mais compactas e posicionadas tanto do lado esquerdo como do lado direito do eixo de simetria.”</p> <p>“A tarefa deveria estar estruturada por níveis, iniciando com uma figura simples de eixo vertical e gradualmente aumentar o nível de dificuldade, passando para eixo horizontal.”</p>

Quanto à atividade “Isometrias”, apesar do nível de concordância sobre a adequação científica desta atividade para alunos com PEA ser díspar (9 formandos classificam-na como muito adequada, 12 adequada e 2 pouco adequada) (cf. Gráfico 70), as apreciações dos formandos em

relação às fragilidades e sugestões de melhoria são unânimes, na medida em que consideram que a explicação do conceito matemático inerente à atividade é bastante complexo e de difícil compreensão para os alunos, e a falta de som dificulta a resolução da atividade. Neste sentido, sugerem a implementação do som e a explicação do conceito matemático deveria ser feita de forma dinâmica (cf. Tabela 58).



**Gráfico 70: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Isometrias – Adequação científica às PEA**

**Tabela 58: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Isometrias – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	“Falta de som.” “Tutorial complexo.” “as explicações são muito complexas.”	“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.” “Som.” “No tutorial optar por explicação com som e desenho dinâmico.” “ajudar com som.”
<b>Grupo 2</b>	“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.” “A falta do áudio nas hipóteses. A figura em causa está pouco destacada.” “A figura usada suscita dúvidas.” “Como se trata de um domínio complexo para a generalidade dos alunos, é muito provável que recorram à explicação e esta é de difícil compreensão para crianças com PEA.”	“Usar figuras em que seja evidente apenas uma das isometrias questionadas.” “Deveria existir uma animação para explicação do domínio em causa.”

Observando o Gráfico 71, verifica-se que a atividade “Reflexão” foi classificada por apenas 1 dos formandos como pouco adequada, 9 formandos classificaram-na como adequada e 13 muito adequada. As fragilidades desta atividade centram-se em dificuldades na compreensão do conceito de reflexão e a explicitação do conceito na atividade não é apelativa e suficientemente esclarecedora, muitas imagens à partida e o reforço visual de seleção das imagens ser pouco contrastante. Tendo em conta as fragilidades descritas, os formandos sugeriram que a explicitação do conceito deveria ser feita com recurso a um vídeo, criando diferentes níveis de dificuldade, iniciando apenas com duas hipóteses e aumentando gradualmente a dificuldade ao longo da atividade, e a seleção das imagens ter um reforço visual maior e mais apelativo (cf. Tabela 59).

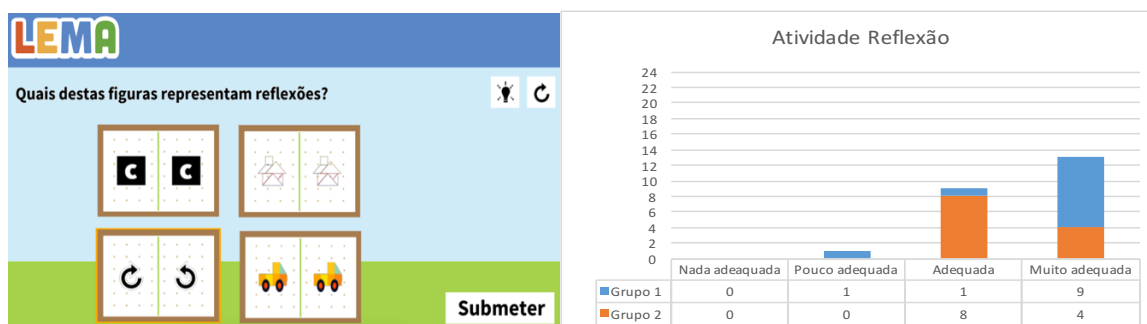


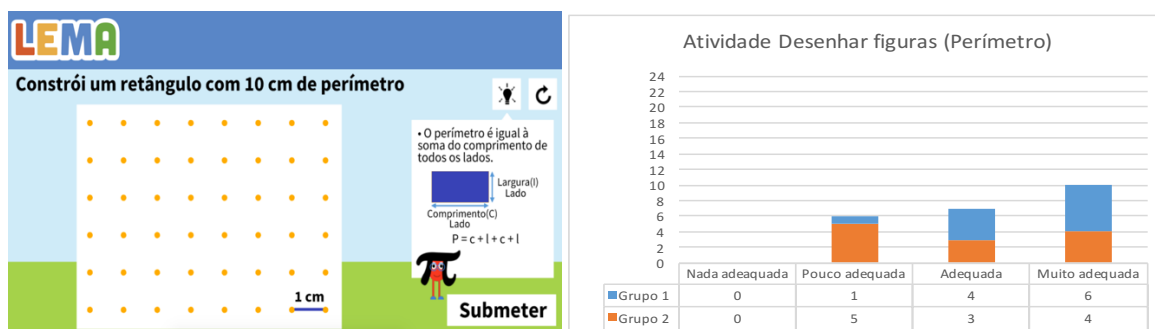
Gráfico 71: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Reflexão – Adequação científica às PEA

Tabela 59: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Reflexão– Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Ao assinalar uma figura, não se consegue visualizar muito bem o contorno que representa a sua resposta.”</p> <p>“Ter a noção de reflexão. A cor da seleção devia estar com mais contraste.”</p> <p>“Falta de som - Muitas imagens.”</p> <p>“Menos tarefas e de objetos mais familiares para melhor perceber o conceito.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo. Se possível colocar um vídeo explicativo.”</p> <p>“Reforço visual, no momento em que o aluno assinala a sua resposta.”</p> <p>“Mudar a cor ou engrossar a linha de resposta. Dar <i>feedback</i> se falta alguma resposta.”</p> <p>“Som - Só duas imagens e aumentar o nível de dificuldades.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Pergunta mal formulada, uma vez que pergunta no plural (Quais) e apenas uma opção está correta.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A tarefa é de fácil compreensão, no entanto se o aluno necessitar de recorrer à explicação esta não é apelativa e suficientemente esclarecedora.”</p> <p>“Depende da idade do aluno. Para os mais novos se não tiverem esses conceitos é difícil”</p>	<p>“Aumentar as sugestões de atividade (criar mais propostas).”</p> <p>“Inicialmente podem surgir apenas duas hipóteses de resposta, aumentando gradualmente ao longo da atividade.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A explicação deveria ter imagens exemplificativas.”</p>

No que diz respeito à atividade “Desenhar figuras” enquadrada no subdomínio matemático Perímetro, verifica-se que 6 formandos consideraram esta atividade pouco adequada, 7 adequada e 10 muito adequada para alunos com PEA (cf. Gráfico 72). Analisando a Tabela 60, as fragilidades identificadas para esta atividade são: a dificuldade em fixar os pontos e controlar a linha na construção da figura geométrica para alunos com problemas na motricidade fina; a impossibilidade de fazer paragens ao traçar o lado da figura geométrica, o que implica que mesmo construindo a figura com o perímetro pedido, o sistema valida a resposta como errada se o utilizador clicar em mais pontos para além dos quatro vértices da figura; e a impossibilidade de anular uma só ação sem que se tenha que reiniciar a construção. Para ultrapassar as fragilidades apontadas, os formandos sugeriram que o LEMA deveria permitir que a resposta seja validade como correta,

independentemente do número de pontos assinalados, desde que a figura geométrica construída corresponda ao que é pedido no enunciado da atividade. Também sugeriram que fosse criada a possibilidade de anular/corrigir uma ação, acrescidos um maior número de propostas a construir e que a explicação do conceito de perímetro fosse feita de forma mais simples.



**Gráfico 72: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Perímetro: Desenhar figuras – Adequação científica às PEA**

**Tabela 60: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Perímetro: Desenhar figuras – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Apesar da contribuição para a motricidade fina, poderá o aluno sentir dificuldades no momento em que determina o vértice da figura geométrica, uma vez que, por vezes, o sistema “não diz” que a atividade terminou!”</p> <p>“A criança apresenta alguma dificuldade em resolver este exercício com o retângulo.”</p> <p>“Falta de Som - A criança não sabe o que é um perímetro.”</p> <p>“Dificuldade em controlar a linha, se pararmos a meio e selecionarmos 5 pontos, a resposta está certa mas dá sempre erro.”</p> <p>“Difícil para alunos cm problemas de motricidade fina, dado que não é fácil controlar a linha. Não permite paragens no traçado da linha. antes do fim, sendo considerado errado.”</p> <p>“Dificuldade de fixar os pontos.”</p> <p>“Assinalando um ponto para além dos vértices a resposta não é validada.”</p> <p>“Dificuldade em fixar os pontinhos.”</p> <p>“Os pontos deviam fixar-se de forma mais fácil.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Os pontos quando a seleção da figura ficarem estáticos.”</p> <p>“Substituir retângulo por quadrado, para que o aluno possa dividir o perímetro por quatro e saber a medida do lado do quadrado.”</p> <p>“Colocação de som - Explicação do que é um perímetro de forma mais simples.”</p> <p>“Considerar o traço e não os pontos.</p> <p>“Permitir paragens no traçado da linha.”</p> <p>“Permitir que resposta seja validada, independentemente do número de pontos assinalados, desde que esteja correta relativamente à questão.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Não é possível anular uma só ação sem retroceder.”</p> <p>“Na construção da figura geométrica pedida, o aluno tem de selecionar cada lado de uma só vez, se o fizer cm a cm, embora a figura tenha o perímetro pedido, a resposta é avaliada como incorreta.”</p>	<p>“Criar a possibilidade de anular/corrigir uma ação./Aumentar as sugestões de atividade (criar mais propostas).”</p> <p>“Aceitar a contagem e seleção cm a cm.”</p> <p>“Ultrapassar a fragilidade apontada.”</p> <p>“A linha do polígono não deveria seguir o cursor e sempre que o aluno pára para fazer contagem não deveria ser assumido como vértice.”</p>

Tabela 60: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>	<p>“Se o aluno parar o rato a cada unidade que avança, a resposta vai ser considerada errada, pois faz mais do que 4 "cliques" com o rato.”</p> <p>“Quando o aluno inicia a construção do polígono a linha do mesmo arrasta-se sempre que se mexe no cursor. Se o aluno fizer uma paragem para contar é marcado um vértice, o que conduz a uma resposta errada.”</p>	

Observando o Gráfico 73, verifica-se que 14 formandos consideraram a atividade “Sólidos geométricos” muito adequada, 8 adequada e apenas 1 formando classificou esta atividade pouco adequada a alunos com PEA. A definição de sólido geométrico deveria estar presente na pista constante da atividade e não apenas a imagem do sólido geométrico com o nome, as opções de resposta podiam ter associadas a imagem do respetivo sólido e a questão do enunciado não estar bem formulada foram as fragilidades apontadas pelos formandos. Em relação à última fragilidade acima descrita, os mesmos deram sugestões de como a questão deveria ser reformulada, tal como podemos observar na Tabela 61 entre outras sugestões de melhoria.



Gráfico 73: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Sólidos geométricos – Adequação científica às PEA

Tabela 61: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Sólidos geométricos – Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Definição do sólido geométrico e não apenas a imagem com o nome.”</p> <p>“Falta de som. Falta de informação.”</p> <p>“A explicação tutorial parece adequada.”</p> <p>“Com a ajuda do <i>feedback</i> tutorial parece-me muito adequada.”</p> <p>“A mensagem tutorial é boa, mas devia manter-se à vista para a realização com sucesso. ou então a mensagem do boneco também ter a imagem do sólido geométrico para a além da palavra. Está muito apelativo.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Som - Colocar nas palavras cilindro e cubo, a imagem em 2D.”</p>



Tabela 61: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Não se aplica.”</p> <p>“Pergunta mal formulada.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A questão não está bem formulada, uma vez que não há nenhum sólido geométrico na imagem, apenas existe um objeto que se assemelha a um sólido geométrico.”</p> <p>“A falta de conceitos pode condicionar nos alunos mais pequenos.”</p>	<p>“Diversificar a proposta de atividade, recorrendo aos diferentes sólidos geométricos existentes.”</p> <p>“Que sólido geométrico te faz lembrar este objeto?”. Áudio nas hipóteses dadas pelas figuras.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A questão deveria ser "A que sólido geométrico se assemelha este objeto?"”</p>

A atividade “Planificação sólidos geométricos” foi assinalada como muito adequada por 7 formandos do grupo 1, por 3 como adequada e apenas 1 a indicou como pouco adequada (cf. Gráfico 74), pelo facto de a questão formulada não ser clara e direta para a resolução da atividade. Outra fragilidade apontada pelos formandos tem a ver com as falas dos bonecos: foi mencionado que estas podem induzir em erro e o facto de uma das falas mencionar o “não” pode baralhar os alunos na sua resolução. As sugestões de melhoria assentam na clarificação da questão do enunciado, a não utilização do “não” nas opções de resposta e após a validação correta da resposta, a movimentação das peças necessárias para a planificação do sólido geométrico, para que seja possível visualizarmos a construção do respetivo sólido (cf. Tabela 62).



Gráfico 74: Formandos do grupo 1 – Atividade Planificação sólidos geométricos – Adequação científica às PEA

Tabela 62: Formandos do grupo 1 – Atividade Planificação sólidos geométricos – Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Com algumas destas figuras consigo realizar um prisma triangular!”</p> <p>“Falta de som _ Falta de informação.”</p> <p>“As falas apresentadas podem induzir em erro.”</p> <p>“No tutorial nem sempre se encontra a resposta à situação.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Após a resposta do aluno as peças poderiam movimentar-se e construir o sólido correto.”</p> <p>“Som. Explicar mais especificamente o que pedem.”</p>

Tabela 62: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“A formulação da questão induz a uma resposta de alternativa. O não da criança (pi) baralha.”</p> <p>“A mensagem tutorial devia estar à vista durante a realização do exercício.”</p>	<p>“Contemplar no tutorial todas as respostas às questões colocadas.”</p> <p>Será mais fácil se a criança(pi) disser - "Eu consigo construir uma pirâmide".”</p>

Relativamente à atividade “Construção sólidos geométricos”, apesar de mais de metade dos formandos ter pontuado esta atividade muito adequada, 3 classificaram-na como adequada e 6 pouco adequada para alunos com PEA (cf. Gráfico 75). As fragilidades apresentadas prendem-se com as dificuldades em mover os fósforos e dificuldades ao nível da abstração e visualização tridimensional para alunos com esta perturbação. Como sugestões de melhoria, os formandos sugeriram a necessidade de existirem diversos níveis de dificuldade, diversificar as propostas da atividade, propondo a construção de outros sólidos geométricos, bem como, apresentar uma figura incompleta e questionar quantos fósforos faltam para a completar, dando várias hipóteses numéricas, e existir outras formas de seleção e arrastamento dos diversos itens (cf. Tabela 63).

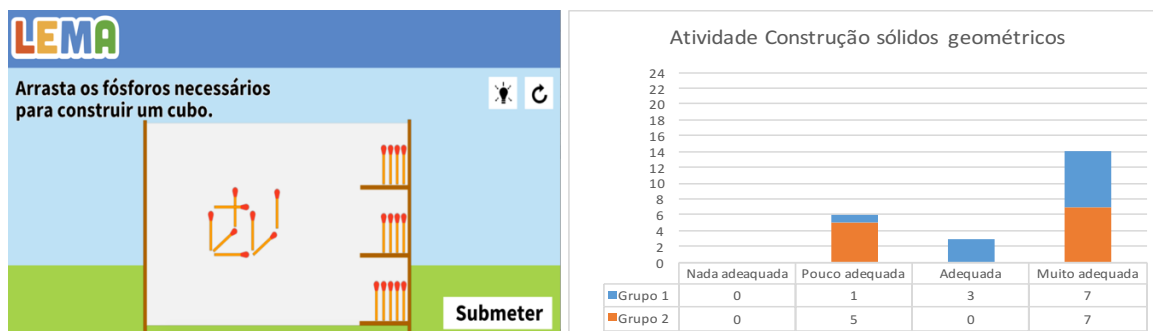


Gráfico 75: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Construção sólidos geométricos– Adequação científica às PEA

Tabela 63: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Construção sólidos geométricos – Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta de som - Iniciar logo com a construção de cubo.”</p> <p>“Dificuldade de fixar o fósforo e se houver muitos clique ele dá errado.”</p> <p>“Não aceita mais que um clique na colocação de cada fósforo.”</p> <p>“Está adequado aos conteúdos de forma aprender a sequenciar a tarefa, nos seus vários passos, no entanto precisam de visualizar a informação para conseguirem ir construindo, dado que têm muita dificuldade no planeamento e na sequenciação.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Devia ter só o número de fósforos necessários para o cubo. Positivamente quando selecionamos um fósforo, ele assume uma posição correta.”</p> <p>“Som - Iniciar esta atividade com um quadrado e depois avançar para o cubo.</p> <p>“Aceitar várias respostas.”</p> <p>“Permitir mais que um clique.”</p>

Tabela 63: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>	<p>“Dificuldades na abstração e visualização tridimensional.”</p> <p>“Apesar da complexidade da imagem pedida, a sua realização é praticamente intuitiva, uma vez que apenas é necessário arrastar os fósforos para fora da plataforma.”</p> <p>“O arrastamento com o rato.”</p>	<p>“Diversificar a proposta de atividade, propondo a construção de outros sólidos geométricos.”</p> <p>“Em vez de construir a figura por arrastamento, apresentar uma figura incompleta e questionar quantos fósforos faltam para a completar, dando várias hipóteses numéricas.”</p> <p>“Esta é outra atividade em que é evidente a necessidade de existirem outras formas de seleção e deslocação de elementos/peças sem recorrer ao rato.”</p>

Os formandos divergem na análise da adequação científica-pedagógica da atividade “Poliedros e polígonos”, 4 classificaram-na como pouco adequada, 7 adequada e 12 muito adequada (cf. Gráfico 76). As razões centram-se no domínio dos conceitos matemáticos inerentes à atividade por parte dos alunos com PEA, na conjugação de vários conceitos na mesma atividade e no facto do sistema só aceitar as figuras/sólidos corretos, o que na nossa perceção constituirá o nível mais baixo desta atividade para que os alunos com mais dificuldades possam aprender sem erro. Para colmatar as fragilidades encontradas nesta atividade, os formandos sugeriram, apresentar, na pista só a definição de um dos conceitos, trabalhar separadamente sólidos geométricos e figuras geométricas e em níveis mais avançados permitir arrastar qualquer objeto para dentro da caixa, possibilitando uma aprendizagem mais autónoma e sem condicionantes (cf. Tabela 64).

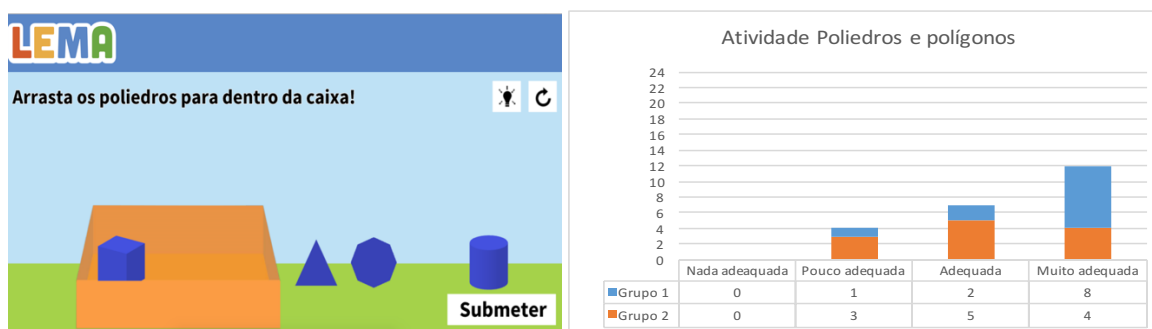


Gráfico 76: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Poliedros e polígonos – Adequação científica às PEA

Tabela 64: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Poliedros e polígonos – Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta de som - O aluno pode não ter conhecimento do que é um poliedro.”</p> <p>“A mensagem tutorial devia estar à vista. É de fácil aplicação. Para alunos com mais dificuldade não devia aceitar na caixa as figuras erradas, para que possa aprender sem erro.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“O exercício podia dar um exemplo (durante alguns segundos).”</p> <p>“Deixar só a definição de poliedro para arrastar para dentro da caixa.”</p> <p>“Som - Explicar simplesmente o significado de poliedro”</p>

Tabela 64: Continuação

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Mistura de vários conceitos que os alunos confundem com facilidade. Estando a falar de sólidos geométricos a separação deveria ser poliedros e não poliedros, não mostrando polígonos.”</p> <p>“Só aceita os sólidos que são poliedros. Assim o aluno saberá sempre quais os sólidos a arrastar.”</p> <p>“Se o aluno tentar arrastar uma figura que não seja um poliedro o programa não permite o que condiciona a resposta do aluno, só é considerada resposta errada quando este falha no número de poliedros.”</p>	<p>“Diversificar a proposta.”</p> <p>“Apresentar apenas sólidos geométricos, pedindo a diferenciação entre poliedros e não poliedros. Trabalhar os polígonos de forma separada, podendo ser o primeiro nível do exercício.”</p> <p>“Aceitar todas as opções que o aluno faça para se poder trabalhar o erro.”</p> <p>“O programa deveria permitir ao aluno arrastar qualquer figura para dentro da caixa para permitir desta forma uma aprendizagem mais autónoma, sem condicionantes.”</p> <p>“Podiam colocar um exemplo para os alunos mais novos.”</p>

A maioria dos formandos consideraram a atividade “Prisma” muito adequada a alunos com PEA (17) e 6 consideraram-na adequada (cf. Gráfico 77). Tal como podemos observar na Tabela 65, as fragilidades e sugestões de melhoria encontradas resumem-se ao domínio do conceito matemático por parte dos alunos, pelo que a pista devia ser ilustrada para melhor compreensão do conceito. Em alguns casos verificaram-se lapsos no áudio, não havendo concordância de género que deverão ser corrigidos.

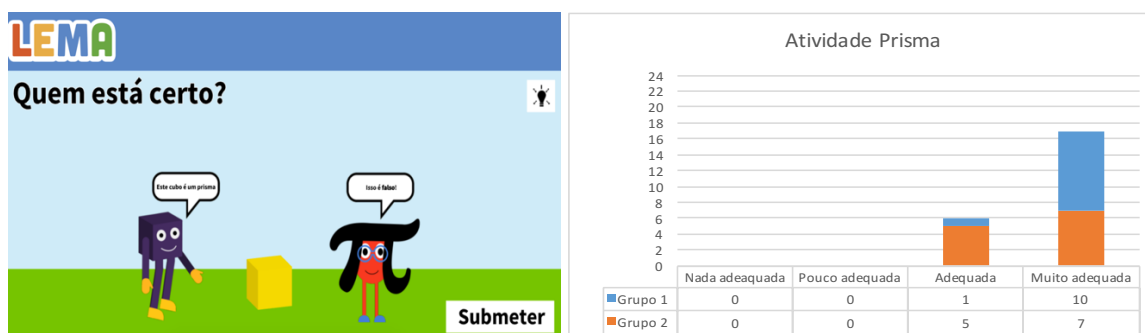


Gráfico 77: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Prisma – Adequação científica às PEA

Tabela 65: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Prisma– Fragilidades e Sugestões de melhoria

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta de som - O aluno pode não ter conhecimento do que é um prisma.”</p> <p>“A mensagem tutorial devia ser ilustrada, para melhor compreensão.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Som - Explicar simplesmente o significado de prisma”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“O áudio do exercício não corresponde ao que está escrito; em alguns exercícios não existe concordância de género (“Este esfera”).</p> <p>“Nada a referir.”</p>	<p>“Diversificar a proposta.”</p> <p>“Não referir logo à partida o nome do sólido apresentado.”</p> <p>“Nada a referir.”</p>

A disparidade na análise do nível da adequação científica-pedagógica também se verifica na atividade “Comparar áreas”, como podemos observar no Gráfico 78. Quanto às fragilidades e sugestões de melhoria da atividade listadas na Tabela 66, verifica-se unanimidade em relação ao excesso de informação no ecrã: a imagem devia variar e a atividade devia ser estruturada por níveis de dificuldade.



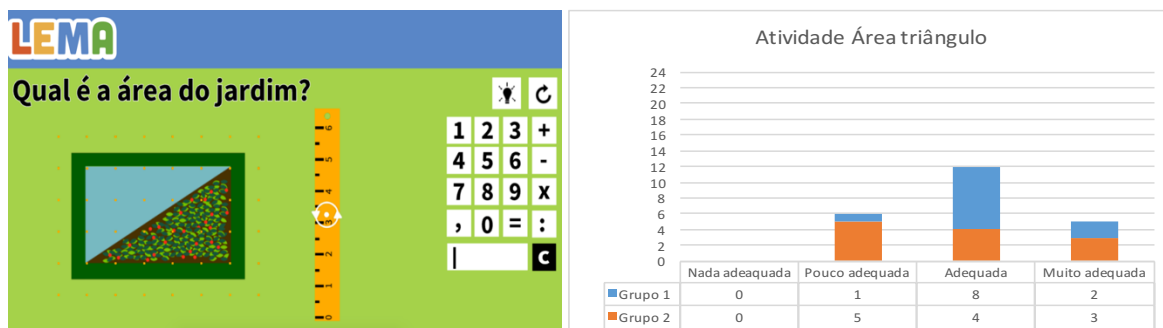
**Gráfico 78: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Comparar áreas – Adequação científica às PEA**

**Tabela 66: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Comparar áreas – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Tem muita informação no ecrã.”</p> <p>“Falta de som, para explicar qual é a área de cada figura.”</p> <p>“Imagem visual cheia e muita informação</p> <p>Muita informação junta no ambiente digital.”</p> <p>“Tem muita informação e muito junta. Se calhar não era preciso o texto/mensagem das personagens.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Som para explicar primeiro a área de cada figura para o aluno a seguir conseguir ver a diferença e acertar.”</p> <p>“Afastar as figuras.”</p> <p>“Afastar as imagens com a informação.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Excesso de informação.”</p> <p>“Muita informação. Domínio dos conceitos e símbolos matemáticos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A imagem que surge é sempre a mesma, sendo um exercício repetitivo.”</p>	<p>“Reformular a questão, de forma a que nela conste toda a informação necessária para a realização da atividade proposta.”</p> <p>“Aparecer apenas os balões com a simbologia e ao clicar em cada um deles o áudio fornecer a informação que se encontra escrita.”</p> <p>“Nada a referir.”</p> <p>“A imagem deveria variar e ser estruturado por níveis de desempenho.”</p>

Na atividade “Área triângulo” 6 formandos assinalaram a opção pouco adequada, 12 adequada e 5 muito adequada (cf. Gráfico 79). Quanto às suas fragilidades, os formandos mencionaram dificuldades no manuseamento da régua, vários procedimentos para a resolução da atividade, a moldura verde em volta do jardim e lago como desnecessária à resolução do problema, acabando por ser um elemento distrator, induzindo em erro a medição realizada pelo aluno, o facto da atividade ser repetitiva e a explicitação do conceito matemático inerente à atividade partir do pressuposto que os alunos já sabem calcular a área do retângulo. Os formandos sugeriram que se

agilize a manipulação da régua, estruture mais a informação, retire a moldura verde e, na pista tutorial, seja indicado explicitamente como é que o aluno deve fazer para calcular a área do triângulo (cf. Tabela 67).

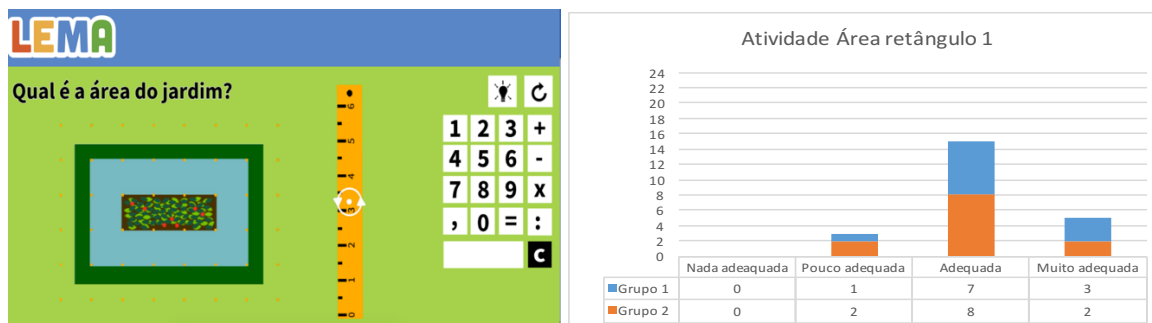


**Gráfico 79: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Área triângulo– Adequação científica às PEA**

**Tabela 67: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Área triângulo– Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Funcionamento da régua, não consegui mudar a orientação para horizontal.”</p> <p>“Várias alíneas no mesmo exercício!”</p> <p>“Demasiadas operações a ter em conta.”</p> <p>“A régua não é de fácil utilização.”</p> <p>“Dificuldades em movimentar a régua.”</p> <p>“Falta de som, para explicar os passos para o aluno chegar a solução.”</p> <p>“Dificuldade com o manuseio da régua, a informação devia ser estruturada pelo nível de dificuldade.”</p> <p>“Dificuldade no uso da régua.”</p> <p>“Difícil uso da régua.”</p> <p>“Dificuldade de manipulação da régua. difícil uso da régua.”</p> <p>“A maior dificuldade é em conseguir o alinhamento da régua e a imagem está confusa seria melhor sem moldura, para ter mais sucesso na medição, há que evitar que façam aprendizagem através do erro, pois a visualização sendo uma área forte deve fixar o que está correto. A máquina de calcular é uma boa ideia e funciona como motivação.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Resolução da solução final por fases.”</p> <p>“Deixar a informação da realização sempre no ecrã.”</p> <p>“Para substituir a régua a imagem poderia estar sobre uma malha de linhas quadriculadas, constando ao lado a unidade de medida de área. Assim o aluno conta os quadrados e divide o seu número por 2.”</p> <p>“Colocação de som para explicar ao aluno como vai fazer.”</p> <p>“Facilitar o manuseio da régua e estruturar a tarefa.”</p> <p>“Estruturar mais a informação.”</p> <p>“Rodar direita/ esquerda (não usar rotação 360 graus).”</p> <p>“Agilizar a manipulação da régua.”</p> <p>“Talvez não seja necessária a rotação a 360°; a rotação deve ser um pouco mais lenta. No azul deve escrever-se lago.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Não se aplica.”</p> <p>“A figura induz em erro, levando o aluno a medir a imagem na totalidade.”</p> <p>“O retângulo verde escuro é desnecessário para a resolução do problema e confunde os alunos.”</p> <p>“O manuseamento da régua é difícil, a calculadora bloqueia o exercício se clicarmos no campo de resposta. O exercício é repetitivo e a explicação parte do pressuposto que o aluno sabe a área do retângulo.”</p>	<p>“A moldura à volta do jardim acaba por ser um elemento distrator.”</p> <p>“Retirar a moldura verde.”</p> <p>“Eliminando o retângulo exterior (a verde escuro) a situação problemática fica mais nítida para o aluno.”</p> <p>“Tornar o manuseamento da régua mais fácil, permitir que se clique na calculadora no campo de resposta sem que este bloqueie e diversificar os exercícios e imagens. Na explicação deveria referir exatamente como é que o aluno deve fazer para calcular a área do triângulo.”</p>

A atividade “Área retângulo 1” é pontuada como sendo pouco adequada por 3 formandos, adequada por 15 formandos e muito adequada por 5 formandos (cf. Gráfico 80). As fragilidades e sugestões de melhoria apontadas pelos formandos são as mesmas que as descritas na atividade anterior, tal como podemos observar na Tabela 68.



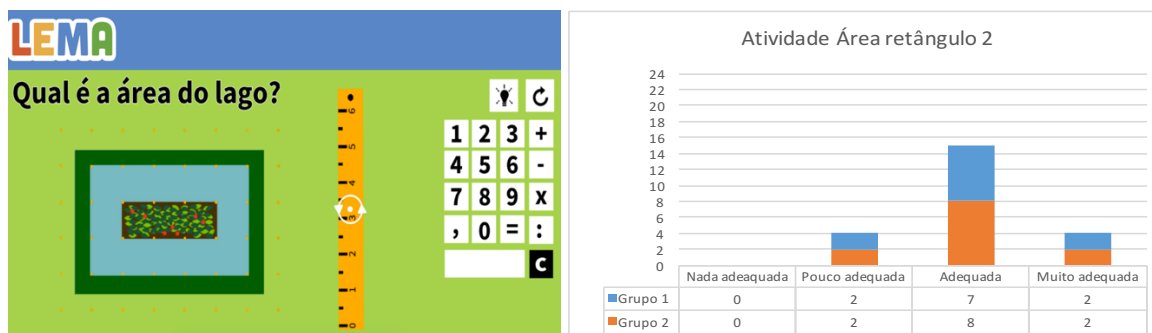
**Gráfico 80: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Área retângulo 1 – Adequação científica às PEA**

**Tabela 68: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Área retângulo 1 – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Adequação ao acordo ortográfico.”</p> <p>“Várias alíneas no mesmo exercício!”</p> <p>“Demasiadas operações a ter em conta.”</p> <p>“A régua não é de fácil utilização.”</p> <p>“Dificuldades em movimentar a régua.”</p> <p>“Falta de som, para explicar os passos para o aluno chegar a solução.”</p> <p>“Dificuldade com o manuseio da régua, a informação devia ser estruturada pelo nível de dificuldade.”</p> <p>“Dificuldade no uso da régua.”</p> <p>“Difícil uso da régua.”</p> <p>“Dificuldade de manipulação da régua.”</p> <p>“A cor azul sugere um lago com nenúfares. O uso da régua tb. é difícil.”</p> <p>“A régua é de difícil controle e pode causar insegurança e desistência. A mensagem tutorial também deve estar à vista.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Resolução da solução final por fases.”</p> <p>“Deixar a informação da realização sempre no ecrã.”</p> <p>“Para substituir a régua a imagem poderia estar sobre uma malha de linhas quadriculadas, constando ao lado a unidade de medida de área. Assim o aluno apenas contabiliza o número de quadrados, não havendo necessidade da máquina calculadora.”</p> <p>“Colocação de som para explicar ao aluno como vai fazer.”</p> <p>“Facilitar o manuseio da régua e estruturar a tarefa.”</p> <p>“Estrutura a informação.”</p> <p>“Rodar direita/ esquerda (não usar rotação 360 graus).”</p> <p>“Agilizar a manipulação da régua.”</p> <p>“O verde em volta do lago talvez devesse ser outra cor. Este é o verde dos jardins, da relva.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Mantém-se a fragilidade apontada em 19.1.”</p> <p>“O manuseamento da régua é difícil, a calculadora bloqueia o exercício se clicarmos no campo de resposta. O exercício é repetitivo.”</p>	<p>“A moldura e a água à volta do jardim é um elemento distrator.”</p> <p>“Retirar a moldura verde.”</p> <p>“A sugestão é idêntica à assinalada em 19.2.”</p> <p>“Tornar o manuseamento da régua mais fácil, permitir que se clique na calculadora no campo de resposta sem que este bloqueie e diversificar os exercícios e imagens.”</p>



Da mesma forma a atividade “Área retângulo 2” também foi classificada por 4 formandos como sendo uma atividade pouco adequada a alunos com PEA, 15 classificaram-na como adequada e 4 muito adequada (cf. Gráfico 81). Equitativamente as fragilidades e sugestões melhoria enumeradas na atividade “Área triângulo” refletem-se nesta atividade por serem atividades semelhantes (cf. Tabela 69).



**Gráfico 81: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Área retângulo 2 – Adequação científica às PEA**

**Tabela 69: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Área retângulo 2 – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta a fórmula matemática referente à área. A manipulação da régua.”</p> <p>“Várias alíneas no mesmo exercício!”</p> <p>“Demasiadas operações a ter em conta.”</p> <p>“A régua não é de fácil utilização.”</p> <p>“Dificuldades em movimentar a régua.”</p> <p>“Falta de som, para explicar os passos para o aluno chegar a solução.”</p> <p>“Dificuldade com o manuseio da régua, a informação devia ser estruturada pelo nível de dificuldade.”</p> <p>“Dificuldade no uso da régua.”</p> <p>“Difícil uso da régua.”</p> <p>“Dificuldade de manipulação da régua.”</p> <p>“As fragilidades apontadas anteriormente. Há várias operações mentais a fazer nos cálculos. como as anteriores.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Resolução da solução final por fases.”</p> <p>“Deixar a informação da realização sempre no écran.”</p> <p>“Para substituir a régua a imagem poderia estar sobre uma malha de linhas quadriculadas, constando ao lado a unidade de medida de área. Assim o aluno conta os quadrados da área pretendida.”</p> <p>“Colocação de som para explicar ao aluno como vai fazer.”</p> <p>“Facilitar o manuseio da régua e estruturar a tarefa.”</p> <p>“Estruturar a informação.”</p> <p>“Rodar direita/ esquerda (não usar rotação 360 graus).”</p> <p>“Agilizar a manipulação da régua. Poderia ser um nível superior da questão anterior.”</p> <p>“Dar o valor da área do jardim.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Mantém-se a fragilidade apontada em 19.1. A calculadora não permite fazer duas operações consecutivas.”</p> <p>“O manuseamento da régua é difícil, a calculadora bloqueia o exercício se clicarmos no campo de resposta. O exercício é repetitivo.”</p>	<p>“A moldura e o jardim são elementos distratores.”</p> <p>“Retirar a moldura verde.”</p> <p>“A sugestão é idêntica à assinalada em 19.2. A calculadora deve permitir que o aluno utilize todas as operações que pretender consecutivamente.”</p> <p>“Tornar o manuseamento da régua mais fácil, permitir que se clique na calculadora no campo de resposta sem que este bloqueie e diversificar os exercícios e imagens.”</p>



No que concerne à atividade “Desenhar figuras” do subdomínio áreas, o nível de concordância dos formandos em relação à adequação científica-pedagógica desta atividade é similar às atividades descritas anteriormente: 4 formandos classificam-na como adequada e 7 muito adequada (cf. Gráfico 82). À semelhança das atividades “Desenhar figuras” e “Perímetro: Desenhar figuras”, as fragilidades da atividade em análise são: a falta de som na altura da primeira edição da ação de formação; as dificuldades na construção da figura inerentes a alunos com problemas ao nível da motricidade fina; e o facto da resposta certa ser considerada pelo número de pontos seleccionados, o que implica que, mesmo construindo a figura com a área pedida, o sistema validar a resposta como errada se o utilizador clicar em pontos para além dos quatro vértices da figura. Tal como podemos observar na Tabela 70, as sugestões de melhoria vão ao encontro da correção das fragilidades descritas.



**Gráfico 82: Formandos do grupo 1 – Atividade Desenhar figuras (Áreas) – Adequação científica às PEA**

**Tabela 70: Formandos do grupo 1 – Atividade Desenhar figuras (Áreas) – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta de Som para explicar ao aluno os centímetros quadrados.”</p> <p>“Resposta considerada pelo número de pontos seleccionados.”</p> <p>“A resposta é considerada pelo número de pontos seleccionados. Dificuldade para alunos com problemas de motricidade fina.”</p> <p>“A não validação da resposta correta, por se ter assinalado um ponto para além dos vértices.”</p> <p>“já referidos os constrangimentos.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Colocação de som para explicar ao aluno os centímetros quadrados.”</p> <p>“Resposta considerada pelo traço.”</p> <p>“aceitar como correta a seleção de mais que um ponto, desde que a figura esteja correta.”</p> <p>“Validar a resposta, desde que correta, independentemente do pontos assinalados.”</p>

Analisando o Gráfico 83, verifica-se que a atividade “Medir comprimento” é pontuada por 3 formandos como pouco adequada, 13 pontuaram adequada e 7 muito adequada. Correlacionando com as atividades semelhantes, nesta atividade verificam-se igualmente dificuldades no manuseamento da régua, a moldura verde como elemento distrator e a repetição da mesma atividade. As sugestões elencadas pelos formandos na Tabela 71 ratificam as fragilidades enunciadas.

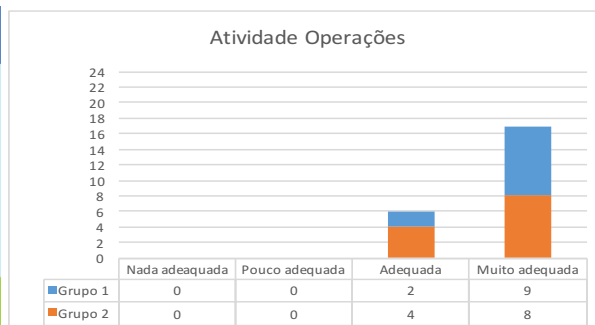
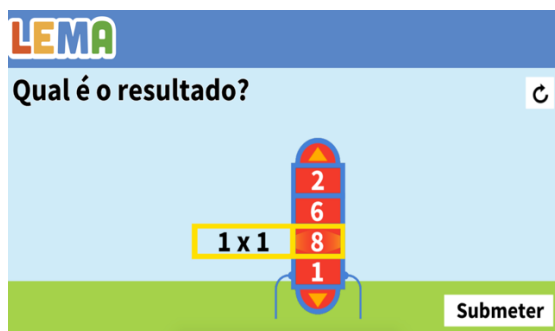


**Gráfico 83: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Medir comprimento – Adequação científica às PEA**

**Tabela 71: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Medir comprimento – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	“Várias alíneas no mesmo exercício!” “Demasiadas operações a ter em conta.” “A régua não é de fácil utilização.” “Dificuldade em movimentar a régua.” “Falta de som, para explicar os passos para o aluno chegar a solução.” “Dificuldade com o manuseio da régua, a informação devia ser estruturada pelo nível de dificuldade.” “Dificuldade no uso da régua.” “Difícil uso da régua.” “Dificuldade na manipulação da régua.” “difícil uso da régua. “já referido.”	“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.” “Resolução da solução final por fases.” “Deixar a informação da realização sempre no écran.” “Posicionar logo de início a régua para medir o comprimento da figura. Neste exercício não vejo necessidade de constar a calculadora.” “Colocação de som para explicar ao aluno como vai fazer.” “Facilitar o manuseio da régua e estruturar a tarefa.” “Facilitar o uso da régua.” “Rodar direita/ esquerda (não usar rotação 360 graus) “Agilizar a manipulação da régua.”
<b>Grupo 2</b>	“Domínio dos conceitos em alunos com maiores dificuldades.” “A régua poderá ser de difícil utilização para alguns alunos.” “O manuseamento da régua é difícil, a calculadora bloqueia o exercício se clicarmos no campo de resposta. O exercício é repetitivo.”	“A moldura é um elemento distrator.” “Retirar a moldura verde.” “Quando o aluno colocasse a régua já muito próximo da medida pretendida ela poderia ajustar-se automaticamente.” “Tornar o manuseamento da régua mais fácil, permitir que se clique na calculadora no campo de resposta sem que este bloqueie e diversificar os exercícios e imagens.”

A atividade “Operações” é considerada adequada por 6 formandos e muito adequada por 17 formandos (cf. Gráfico 84). Na perspetiva destes não é intuitivo que se tenha que carregar nas setas para selecionar o resultado, sugerindo que se torne mais fácil a utilização das setas. O aparecimento das opções deveria ser feito de forma rotativa/sequencial (cf. tabela 72).

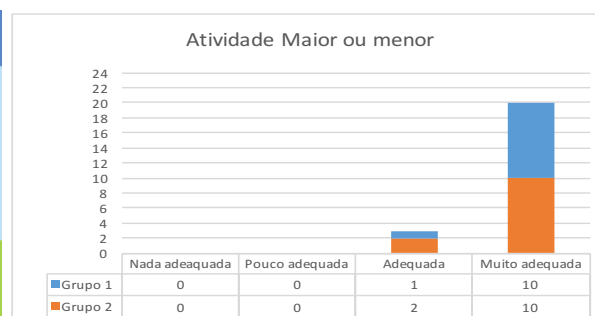
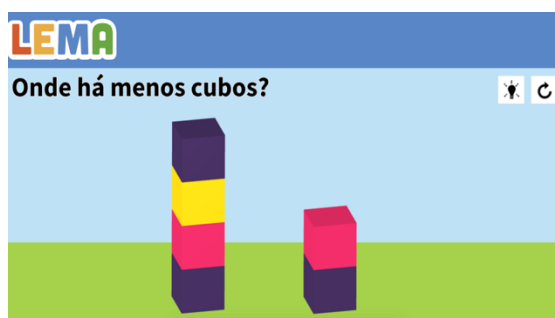


**Gráfico 84: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Operações – Adequação científica às PEA**

**Tabela 72: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Operações – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Não é de fácil compreensão de que se tem que carregar nas setas para selecionar o resultado.”</p> <p>“Deveria existir uma indicação para a sua realização.”</p> <p>“Falta de som.”</p> <p>“Dificuldade no uso das setas.”</p> <p>“Sem dificuldade”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Colocação de som.”</p> <p>“Tornar mais fácil o uso das setas.”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Domínio dos conceitos por parte dos alunos com maiores dificuldades.”</p> <p>“Muitas vezes a opção correta surge logo quando se abre a atividade.”</p>	<p>“Diversificar a proposta.”</p> <p>“O funcionamento das setas deveria apresentar as opções de forma rotativa/sequencial.”</p>

No que diz respeito à atividade “Maior ou menor”, a maioria dos formandos considerou-a como muito adequada para alunos com PEA (20) e apenas 3 dos formandos assinalou-a como sendo adequada (cf. Gráfico 85). As fragilidades e sugestões de melhoria apontadas pelos formandos apenas se resumem à sugestão de acoplar os símbolos de maior e menor à questão do enunciado para a compreensão das quantidades. Foi ainda sugerido que a atividade devia ser estruturada por níveis de dificuldade, mas que as quantidades não fossem só representadas por torres (cf. Tabela 73).

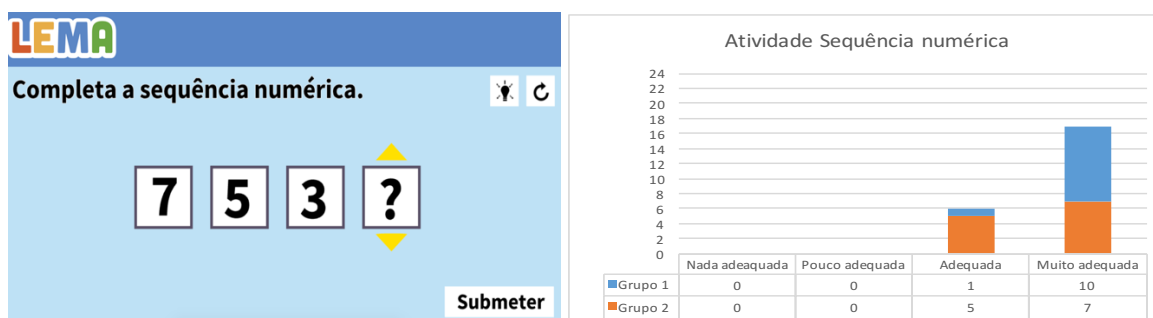


**Gráfico 85: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Maior ou menor – Adequação científica às PEA**

**Tabela 73: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Maior ou menor – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

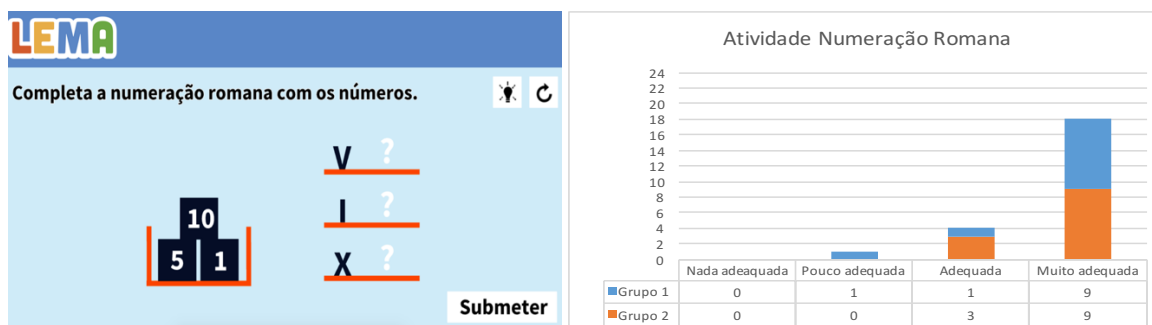
	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	“Falta de som.” “Não há fragilidades.” “Podia ter símbolos na questão (para compreensão das quantidades)”	“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.” “Aumentar o grau de dificuldade em exercícios semelhantes.” “Colocação de som”
<b>Grupo 2</b>	“Nada a referir.” “O exercício torna-se repetitivo, uma vez que a imagem é sempre uma torre.”	“Diversificar a proposta.” “Nada a referir.” “O exercício deveria estar estruturado por níveis de desempenho, onde poderiam aparecer imagens que não fossem torres.”

Os formandos consideraram a atividade “Sequência numérica” como sendo adequada (6) e muito adequada (17) a alunos com PEA (cf. Gráfico 86). Analisando as fragilidades e as sugestões de melhoria descritas na Tabela 74, importa apenas referir que, de acordo com os formandos, esta atividade carece de ser estruturada por níveis de dificuldade, permitindo aumentar gradualmente o grau de complexidade. Acresce a sugestão de assegurar que o aparecimento das opções deveria ser feito de forma rotativa/sequencial.

**Gráfico 86: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Sequência numérica – Adequação científica à PEA****Tabela 74: Formandos grupos 1 e 2 – Atividade Sequência numérica – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	Alguma dificuldade do aluno em resolver o exercício por ordem decrescente.” “Falta de som.” “Não há fragilidades.” “Sem dificuldade. Pode necessitar de ajuda para compreender a sequência de dois em dois por ordem decrescente.”	“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.” “Colocar os números por ordem crescente.” “Colocação de som.”
<b>Grupo 2</b>	“A opção nem sempre muda quando se clica numa das setas.”	“Diferentes graus de dificuldade.” “Diversificar a proposta.” “Aumentar grau de complexidade - iniciar com ordem crescente e de 1 em 1.” “O funcionamento das setas deveria apresentar as opções de forma rotativa/sequencial.”

Observando o Gráfico 87, verifica-se que 18 formandos consideraram a atividade “Numeração romana” muito adequada, 4 adequada e apenas 1 dos formandos considerou a mesma atividade como sendo pouco adequada a alunos com PEA, pelo facto de considerar que a questão do enunciado “*poderá não estar bem formulada uma vez que a numeração romana já está completa*”, sugerindo a alteração da questão para “*Coloca o número no local correspondente/adequado*.”. Os formandos também sugeriram a diversificação da proposta apresentada e o aumento do grau de dificuldade em exercícios semelhantes (cf. Tabela 75).

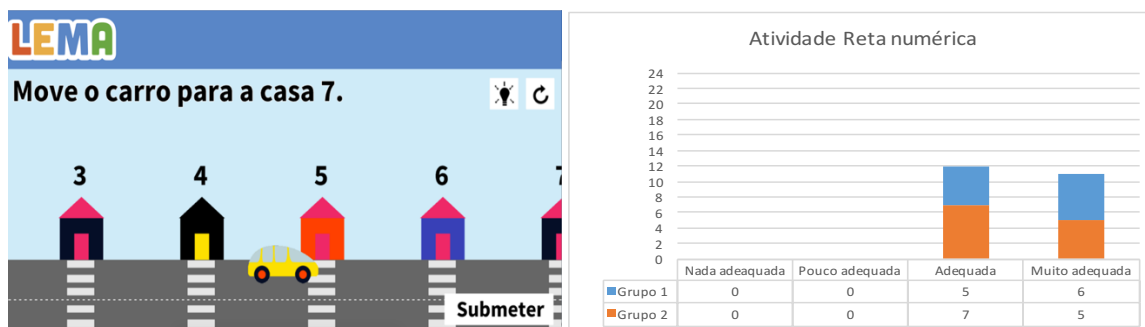


**Gráfico 87: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Numeração Romana – Adequação científica às PEA**

**Tabela 75: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Numeração Romana – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	“Falta de som.” “Não há fragilidades.” “Indicação poderá não estar bem formulada uma vez que a numeração romana já está completa.” “Sem dificuldade para alunos que já aprenderam este conteúdo.”	“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.” “Aumentar o grau de dificuldade em exercícios semelhantes.” “Colocação de som “Coloca o número no local correspondente/adequado””
<b>Grupo 2</b>	“Domínio dos conceitos por parte dos alunos com maiores dificuldades.” “Nada a referir.”	“Diversificar a proposta.” “Nada a referir.”

Por fim, considerando a atividade “Reta numérica”, verifica-se que 12 formandos a classificaram como sendo adequada e 11 como muito adequada (cf. Gráfico 88). Quanto às fragilidades, os formandos referiram dificuldades no manuseio do carro, excesso de informação visual e o facto do carro surgir na direção da resposta. Como sugestões de melhoria para esta atividade, os formandos propuseram: facilitar a manipulação do carro; colocar a dianteira do carro a acompanhar a direção do rato; otimizar a atividade com diferentes níveis de dificuldade, perguntando por exemplo “*Quantas casas andaste?*” ou “*Quantos números avançaste?*”; utilizar linguagem distinta (como por exemplo: *andar para trás e para frente; avança/retrocede duas casas; “Em que posição ficaste?”; ordem crescente/decrescente;*); utilizar a mesma cor nas casas; permitir a deslocação do carro com as setas do teclado (cf. Tabela 76).



**Gráfico 88: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Reta numérica – Adequação científica às PEA**

**Tabela 76: Formandos do grupo 1 e 2 – Atividade Reta numérica – Fragilidades e Sugestões de melhoria**

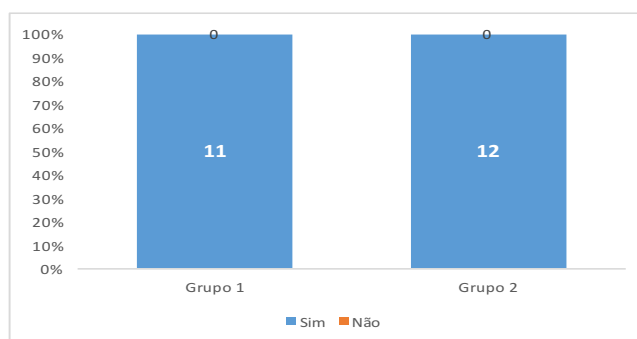
	Fragilidades	Sugestões de melhoria
<b>Grupo 1</b>	<p>“Falta de som.”</p> <p>“Não se percebe logo que o carro anda para trás e para a frente. Dificuldade no manuseio do carro.”</p> <p>“Dificuldades em parar o carro. Difícil para alunos com motricidade fina.”</p> <p>“Pode tirar-se mais partido desta atividade. Dá para a "desdobrar" digamos assim.”</p> <p>“Sem dificuldade.”</p>	<p>“Ser possível os alunos ouvirem a questão e toda a componente escrita do jogo.”</p> <p>“Quando a solução obriga o carro a andar para trás, o mesmo devia ter a dianteira voltada para solução.”</p> <p>“Colocação de som.”</p> <p>“Dar a indicação que o carro está a trabalhar.”</p> <p>“Facilitar a "paragem" do carro.”</p> <p>“Este exercício poderá ser otimizado. Por exemplo, uma pergunta seguinte em que se questiona "Quantas casas andaste?" "Quantos números avançaste?"</p> <p>“Uso da linguagem: andar para trás e para frente; avança/retrocede duas casas, em que posição ficaste?; ordem crescente/decrescente;”</p>
<b>Grupo 2</b>	<p>“Excesso de informação visual.”</p> <p>“Deslocar o carro com o rato.”</p> <p>“O carro surge na direção da resposta.”</p>	<p>“Diversificar a proposta.”</p> <p>“As casas poderiam ter a mesma cor, uma vez que o que se pretende é o aluno identificar o número correto.”</p> <p>“Permitir que a deslocação do rato se fizesse com as setas do teclado.”</p> <p>“O aluno deveria ter autonomia para colocar o carro na direção adequada para obter a resposta correta.”</p>

#### **D. QUESTIONÁRIO PÓS-FORMAÇÃO**

O questionário pós-formação foi conduzido com o desígnio de averiguar a opinião dos formandos em relação à utilização do LEMA nos processos de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA e à ação de formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA" (cf. Apêndice 29).

A totalidade dos formandos de ambos os grupos considera importante o desenvolvimento de um ambiente digital desta natureza (cf. Gráfico 89), apontando as seguintes justificativas: aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem matemática, proporciona aprendizagens de forma lúdica,

aumenta a autonomia na realização das atividades, melhora a capacidade de concentração e estimula as áreas sensoriais. Outras razões apontadas relacionam-se com a leitura de que os ambientes digitais são meios facilitadores, permitindo a participação ativa no processo de ensino e de aprendizagem da matemática, possuindo características que atendem às especificidades de crianças com PEA, possibilitando desenvolver capacidades matemáticas que permitem a resolução de problemas e a mobilização de conhecimentos para diferentes contextos de forma dinâmica e interativa, otimizando a intervenção com este público-alvo e reforçando a sistematização dos conhecimentos. Para além de promover o desenvolvimento pessoal das crianças com a problemática da PEA ou com outras problemática, *“é um recurso com grandes potencialidades para o desenvolvimento de competências matemáticas em crianças com PEA”* (cf. Tabela 77).



**Gráfico 89: Formandos do grupo 1 e 2 – A importância de desenvolver ambientes digitais desta natureza**

**Tabela 77: Formandos do grupo 1 e 2 – A importância de desenvolver ambientes digitais desta natureza**

A importância de desenvolver ambientes digitais desta natureza		TOTAL
Grupo 1	“É um ambiente motivador e proporciona uma oportunidade de aprendizagem de forma lúdica.”	11
	“Facilidade em aplicar conhecimentos.”	
	“Porque possui características que atendem à especificidade de crianças com PEA e à necessidade que estas têm de desenvolver competências matemáticas que permitam a resolução de problemas e mobilização de conhecimentos para diferentes contextos.”	
	“Aumenta a motivação do aluno, a autonomia e a independência na realização das tarefas; melhora a capacidade de concentração e estimula as áreas sensoriais.”	
	“Porque é mais uma ferramenta que o professor pode utilizar com o aluno em contexto de sala de aula e porque é uma forma eficaz de aprendizagem.”	
	“As Tecnologias digitais são um desafio na planificação e programação do currículo dos alunos com PEA. Face à falta de motivação que as crianças com PEA apresentam pela realização de tarefas, os ambientes digitais são facilitadores da compreensão da sequenciação (princípio, meio e fim), das mesmas, permitindo participar ativamente, com prazer e de forma inclusiva na aprendizagem de conteúdos diversos, nomeadamente a nível da disciplina de matemática.”	
	“Porque presentemente a atração pelo digital é muito grande por parte de todas as crianças e para as crianças PEA há um hiato neste domínio.”	
	“Para ajudar no desenvolvimento e iteração da criança.”	
	“Os alunos gostam, e quando aplicado na vertente educativa, transforma-se num reforço na sistematização de conhecimentos!”	

Tabela 77: Continuação

	A importância de desenvolver ambientes digitais desta natureza	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	<p>“Todas as estratégias que otimizem a intervenção com os alunos com PEA são muito relevantes.”</p> <p>“Para facilitar aos educadores mas principalmente às crianças e jovens a ensino/aprendizagem da matemática.”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“É sempre útil os alunos poderem interagir com plataformas digitais e com elas poderem aprender.”</p> <p>“Pois é altamente motivador para os alunos exercícios com recurso às TIC</p> <p>“Considera a problemática associada à perturbação do espectro do autismo.”</p> <p>“Porque é uma forma lúdica de trabalhar conteúdos escolares.”</p> <p>“Porque cada vez mais o uso das novas tecnologias está presente nos métodos de ensino aprendizagem utilizados com e pelas crianças. Por seu lado, trata-se de situações de aprendizagem apelativas.”</p> <p>“É fundamental que os alunos com PEA tenham à sua disposição ambientes digitais que lhes permitam desenvolver as capacidades Matemáticas de forma dinâmica e interativa.”</p> <p>“Existem carências específicas no domínio do PEA.”</p> <p>“Porque se assume como uma excelente ferramenta de apoio ao desenvolvimento do trabalho com crianças com PEA.”</p> <p>“Tudo o que seja útil para ajudar quem tem limitações é bom.”</p> <p>“Permite, por um lado, trabalhar conteúdos matemáticos de forma mais dinâmica e interativa e, por outro, alargar a sua aplicabilidade a outros alunos com outras problemáticas.”</p> <p>“Um ambiente digital desta natureza é importante visto que promove as aprendizagens e o desenvolvimento pessoal de alunos com PEA.”</p> <p>“É um recurso com grandes potencialidades para o desenvolvimento de competências matemáticas em crianças com PEA.”</p>	12

No que concerne às mais-valias do LEMA, os formandos do grupo 1 indicaram que o LEMA é um recurso tecnológico que motiva a aprendizagem matemática de crianças com PEA, alia o carácter lúdico à consolidação de conteúdos matemáticos, possui atividades específicas direcionadas para crianças com PEA, apresenta um ambiente que evita a dispersão da atenção, contém atividades de curta duração, permite que as crianças trabalhem de forma autónoma e que estas adquiram aprendizagens matemáticas e transversais a outras disciplinas. Outras mais-valias apontadas por este grupo de formandos respeitam ao reconhecimento do LEMA como ambiente promotor de capacidades relacionadas com o raciocínio, perceção visuo-espacial, resolução de problemas, causa-efeito, capacidade de abstração, motricidade fina e a compreensão de conceitos matemáticos, bem como, enquanto plataforma que privilegia o processamento visual com atividades estruturadas, permitindo a planificação das atividades e a sua generalização (cf. Tabela 78).

Da mesma forma os formandos do grupo 2 sublinharam o carácter lúdico aliado à aprendizagem da matemática, a adaptação das atividades aos interesses do público-alvo a que se destina, o facto de o LEMA ser adequado, simples, de fácil exploração, intuitivo, apelativo e objetivo. Também realçaram que o ambiente digital permite trabalhar conteúdos matemáticos de forma interativa e dinâmica, motivando mais os alunos para as aprendizagens matemáticas e permitindo



desenvolver a autonomia nos alunos pela incorporação de atividades de curta duração e conteúdos matemáticos de forma lógica e flexível (cf. Tabela 78).

**Tabela 78: Formandos do grupo 1 e 2 – Mais-valias do LEMA**

	Mais-valias do LEMA	TOTAL
Grupo 1	“O caráter lúdico aliado à consolidação de conteúdos matemáticos.”	11
	“Abordar os conteúdos do 1ºCEB.”	
	“É motivador pelo facto de ser um suporte digital; possuir atividades específicas direcionadas para crianças com PEA; apresentar um ambiente que evita a dispersão da atenção, exercícios de curta duração e focados numa só tarefa; permitir trabalho autónomo, utilizando tutorias e <i>feedback</i> .”	
	“O LEMA vai ao encontro das características de aprendizagem dos alunos com PEA. O ambiente criado caracteriza-se pela simplicidade de elementos, com cores apelativas, sem imagens de fundo e de aspetos distratores. A linguagem usada é simples, objetiva e com instruções curtas. Orienta o aluno na realização das tarefas, através de <i>feedback</i> tutorial, alerta para o erro e valoriza o sucesso com <i>feedback</i> positivo.”	
	“Proporciona ao aluno uma forma autónoma e divertida de adquirir conhecimentos.”	
	“Proporcionar motivação, permitir autonomia, adquirir aprendizagens matemáticas e transversais a várias disciplinas, desenvolver competências relacionadas com: o raciocínio; perceção visuo-espacial; resolução de problemas; causa-efeito; capacidade de abstração; motricidade fina; dirigir a atenção, compreensão de conceitos geométricos, de números e operações... A apresentação, (figuras, cor, ...) os <i>feedbacks</i> tutoriais, o reforço positivo. Permitir começar por realizar as tarefas mais simples e ir evoluindo para as mais complexas. Propor atividades funcionais com materiais familiares.”	
	“Atrair as crianças. Ser de uso fácil.”	
	“Cores adequadas para crianças com PEA.”	
	“A interatividade, a cor e variedade de exercícios (com vários níveis).”	
	“É uma plataforma que privilegia o processamento visual, tem as tarefas bem estruturadas e ao mesmo tempo é muito motivadora. É importante em áreas onde os alunos com PEA tem dificuldade: resolução de problemas, planificação de tarefas, generalização das aprendizagens, raciocínio e abstração.”	
Grupo 2	“Ambiente simples, atrativo, interativo. Facilitador da aprendizagem.”	12
	“Aprender de uma forma lúdica adaptando a cada aluno.”	
	“A motivação para os alunos. A capacidade de adaptação do LEMA tendo em conta que ainda está na fase inicial e as nossas sugestões permitem o aperfeiçoamento do mesmo.”	
	“Adequado, simples e objetivo.”	
	“O professor poder trabalhar com o aluno conteúdos programáticos de forma interativa e dinâmica motivando mais o aluno para as aprendizagens, o facto do aluno poder realizar as atividades de forma autónoma e ser autocorretivo.”	
	“Ser um recurso acessível a todos, permitir trabalhar diversos contextos de forma lúdica e adaptada a um dos interesses cada vez maior por parte das crianças (uso das novas tecnologias) - aprender brincando.”	
	“A principal mais valia é tratar-se de um ambiente de fácil exploração, bastante intuitivo. Outra será a gestão das cores utilizadas, a simplicidade ao nível das imagens e a objetividade das atividades sugeridas.”	
	“Trabalhar conteúdos de forma mais motivadora e enriquecedora com estes alunos.”	
	“Considera as reais características de crianças com PEA, adaptando-se às mesmas de forma a facilitar a execução e desenvolvimento de diferentes atividades do domínio da matemática.”; “Lúdico e pedagógico.”	
	“Possibilita abordar alguns conteúdos matemáticos de forma lógica, rápida e flexível.”	
	“Promove a autonomia e o envolvimento com o mundo real, é apelativo, intuitivo é sucinto.”	
	“A simplicidade, a interatividade, interfaces apelativos e promover nos alunos a autonomia.”	

Questionados sobre quais as principais fragilidades que o LEMA apresentava naquele momento, os formandos do grupo 1 enumeraram as seguintes: alguma lentidão no sistema em gerar as atividades; as atividades não estarem agrupadas por nível de dificuldade/ano de escolaridade, o que dificulta a seleção de atividades e a autonomia dos alunos; e o facto do LEMA não possuir áudio. Esta última foi apontada como uma das principais fragilidades, uma vez que a incorporação de som para o público-alvo a que se destina o LEMA é considerado como imprescindível devido à heterogeneidade de perfis e ao potencial aumento da atenção/concentração e motivação para aprendizagem matemática destes alunos (cf. Tabela 79). Também os formandos do grupo 2 referiram como principais fragilidades do LEMA a evidência das atividades não estarem seriadas por progressivo grau de complexidade/dificuldade, do LEMA não possuir atividades com diversos graus de dificuldade e haver pouca diversificação das atividades, o que dificulta a escolha de um leque de atividades específicas para alunos com PEA, de acordo com o seu perfil de funcionalidade. Mais uma vez foi que referida a lentidão do sistema na geração das atividades, o que desmotiva os alunos na realização das atividades matemáticas. Outra fragilidade apontada por um dos formandos foi a necessidade de haver um registo de desempenho da realização das atividades para cada aluno de modo a que o professor tenha acesso às dificuldades sentidas pelo aluno durante a realização das atividades de forma autónoma (cf. Tabela 79).

**Tabela 79: Formandos do grupo 1 e 2 – Principais fragilidades do LEMA**

	Principais fragilidades do LEMA	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	<p>“Alguma lentidão no sistema, o facto de ainda não possuir a componente áudio, e a não diferenciação das questões por níveis de dificuldade.”</p> <p>“Há algumas arestas a limar”, nomeadamente nos <i>feedbacks</i> das atividades e na informação que é transmitida aos utilizadores.”</p> <p>“Devido há multiplicidade de perfis dos alunos com PEA e destes, frequentemente, terem pouca capacidade de adaptação, a autonomia pode estar parcialmente comprometida; há necessidade de ajuste ao nível das atividades/tarefas, dos tutoriais, dos tipos de <i>feedback</i> e inclusão imperativa de som (em todas as etapas).”</p> <p>“As atividades não estarem agrupadas por grau de dificuldade/ano de escolaridade/nível etário, o que dificulta a seleção das atividades e não promove a autonomia do aluno. Dificuldade em aceder facilmente ao menu principal. A Falta de opção áudio implica que os alunos que não dominam a leitura fiquem dependentes da instrução do adulto. O <i>feedback</i> de reforço tutorial e de sucesso, em áudio, aumentaria também a atenção / concentração e motivação do aluno.”</p> <p>“O facto das atividades não estarem por níveis de ensino e ícone do SOM em algumas atividades.”</p> <p>“Já as referi nos outros questionários e concordo com os que foram encontrados na implementação do LEMA por exemplo: No menu não permitir melhor identificar as tarefas a realizar, o que inibe a autonomia. Não ter níveis de dificuldade identificados, não ter as instruções sempre presentes, ser mais entusiasmante o reforço, não ter as instruções com voz....Não simplificar atividades para alunos com PEA e outras dificuldades associadas como défice cognitivo, as instruções não eram símbolos para quem não sabe ler ...”</p> <p>“Ainda está em início. Falta: som e algum movimento, adequação aos currículos e organização por níveis _ do mais simples ao mais complexo.”</p> <p>“Falta de áudio sistema lento.”</p>	11

Tabela 79: Continuação

	Principais fragilidades do LEMA	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	<p>“A falta de uniformização na apresentação de alguns exercícios. (Normal neste tipo de plataformas!)”</p> <p>“Deveria ter as tarefas por níveis de dificuldade, um pouco ao nível dos jogos que os alunos utilizam, todas as tarefas deveriam dar som para aumentar o reforço e motivação.”</p> <p>“Devia ter mais estímulos positivos (sons/vídeos); vários níveis dentro do mesmo conteúdo; conteúdos não estão organizados por ano de escolaridade.”</p> <p>“Estar ainda no início do projeto e necessitar de vários ajustes.”</p> <p>“A fase embrionária do projeto que é um ponto forte e fraco ao mesmo tempo.”</p> <p>“Propostas pouco diversidades (poucas propostas de atividades para o mesmo item/conteúdo).”</p> <p>“Em alguns ambientes tem muita informação, não dar ao professor, no final da realização das atividades um <i>feedback</i> das dificuldades que o aluno sentiu ao realizar as tarefas de forma autónoma.”</p> <p>“Neste momento o facto de ainda não ser completamente apelativo em termos sonoros e visuais, tendo em conta o universo com que trabalho (3-6 anos).”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“As atividades não se encontram divididas por nível de dificuldade e não ser possível selecionar uma determinada atividade.”</p> <p>“Possuir ainda, número reduzido de atividades; os domínios não estarem divididos em atividades com progressivo grau de complexidade; ainda não ser possível criar um leque de atividades específicas para os alunos com PEA, de acordo com o seu perfil de funcionalidade.”</p> <p>“A falta de diversificação das propostas.”</p> <p>“Deveria ter mais níveis em cada área.”</p> <p>“(Ainda) poucos graus de dificuldade para o mesmo conteúdo.”</p> <p>“As atividades deveriam estar ordenadas por níveis de desempenho.”</p> <p>“Não ter as atividades seriadas por níveis de desempenho, e por vezes ser muito lento.”</p>	12

Quanto à adaptabilidade do LEMA aos diversos contextos (escola, casa e gabinete psicoeducativo) a maioria dos formandos considera “Muito adequado” a utilização do LEMA nos vários contextos dos alunos com PEA (cf. Gráfico 90).

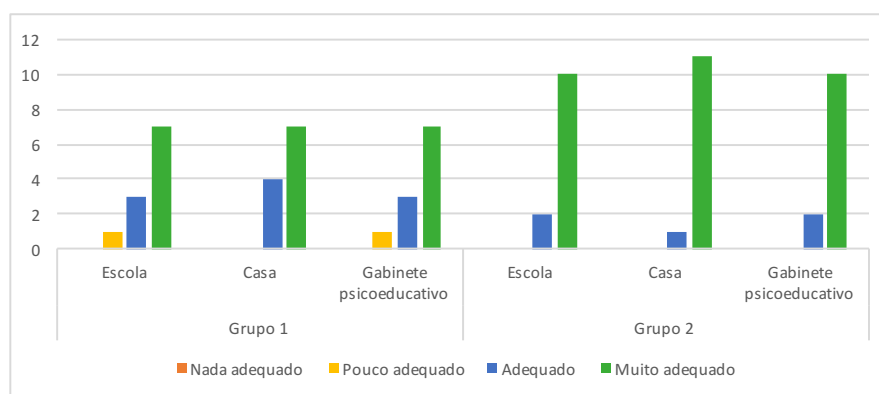


Gráfico 90: Formandos do grupo 1 e 2 – Adaptabilidade do LEMA aos diversos contextos

As sugestões de melhoria ao protótipo LEMA indicadas pelos formandos do grupo 1 são: a incorporação de áudio; o menu de escolha de atividades mais simples e intuitivo; a incorporação de níveis de dificuldade; mais atividades nos domínios de Números e Operações e Organização e

Tratamento de Dados, bem como, mais atividades com conteúdos funcionais para alunos com PEA com baixo funcionamento. Também sugeriram a utilização de outros materiais, tais como, MAB, cuisenaire, ..., a inclusão de mais vídeos exemplificativos de forma a promover o desenvolvimento de capacidades matemáticas e a resolução de problemas, o *feedback* de reforço mais interativo e dinâmico e a otimização de alguns instrumentos interativos incorporados nas atividades (cf. Tabela 81). Da mesma forma os formandos do grupo 2 sugeriram que deveriam ser incorporados níveis de dificuldade nas diversas atividades e haver atividades relacionadas com todos os domínios da matemática. Este grupo de formandos referiu ainda a manipulação de objetos 3D e a interação com o teclado, uma vez que os alunos com PEA podem ter associados problemas de motricidade fina, o que dificulta o manuseamento do rato. Acrescentaram que o professor/educador deveria poder gerir e personalizar as atividades de acordo com as capacidades de cada aluno, como também, ter acesso ao registo de desempenho para que possa verificar o progresso dos seus alunos (cf. Tabela 80).

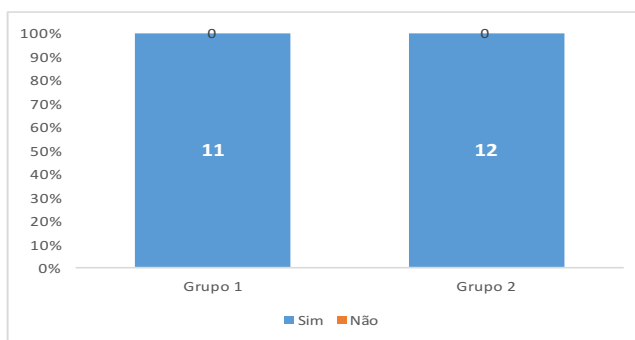
**Tabela 80: Formandos do grupo 1 e 2 – Sugestões de melhoria ao protótipo LEMA**

	Sugestões de melhoria ao protótipo LEMA	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	“O recurso ao áudio; a utilização de outros materiais de manipulação matemáticos (MAB, Cuisenaire, ...); a utilização de vídeos exemplificativos nos tutoriais.”	11
	“Implementar o som a todas as atividades.”	
	“A introdução do reforço áudio: na leitura do enunciado, nos tutoriais (que poderiam incluir alguma animação exemplificativa), no <i>feedback</i> ao longo da resolução e no final. Atividades/tarefas onde haja a possibilidade de ascender a níveis de dificuldade crescente. Um índice de mais fácil interpretação por qualquer utilizador.”	
	“Para além da resolução das fragilidades que já aponte anteriormente, penso que seria importante que criassem, para cada tópico, mais atividades que permitissem o treino e consolidação. Na resolução de problemas considero que poderiam ser apresentados e pedida a resolução, passo a passo.”	
	“Níveis de dificuldade nas diversas atividades. Mais atividades nos domínios dos números e operações e organização e tratamento de dados.”	
	“Atividades com conteúdos funcionais para alunos com PEA e défice cognitivo associado, com a medida educativa CEI.”	
	“O áudio Graus ou categorias em cada jogo com diferentes graus de dificuldades (mais simples ao mais complexo) Boneco do Pi maior e mais dinâmico, na hora da criança ter acertado no jogo”	
	“A relação do exercício com a Unidade Temática em questão!”	
	“Suporte áudio, tarefas com vários níveis de dificuldade e alguma otimização dos instrumentos das tarefas já implementadas como por exemplo o manuseamento da régua.”	
	“As fragilidades podem resultar em potencialidades.”	
<b>Grupo 2</b>	“O professor poder gerir as atividades e poder personalizar de acordo com as capacidades do aluno.”	12
	“A monitorização do trabalho dos alunos em diferentes ambientes por parte do professor.”	
	“Nos diferentes conteúdos, apresentar propostas por níveis de dificuldade menu dividido por anos e por conteúdos, com diferentes níveis de complexidade”	
	“Adequar um pouco mais ao Pré-escolar uma vez que este é um ponto de partida para trabalhar conceitos com as crianças.”	
	“Atividades relacionadas com todos os domínios da Matemática.”	
	“Utilização deste ambiente em domínio 3D, para manipulação dos alunos com PEA; transposição do LEMA para o teclado e alguns notebook. Utilização e coordenação, via parental e docente das atividades de acordo com o perfil de utilizador.”	

**Tabela 80: Continuação**

	Sugestões de melhoria ao protótipo LEMA	TOTAL
<b>Grupo 2</b>	“Algo que sabemos estar já a ser considerado e trabalhado pela equipa: diversificação e criação de diferentes níveis de dificuldade para as atividades propostas.”	12
	“Mais níveis.”	
	“Mais graus de dificuldade e um registo de respostas para que o professor possa ir verificando o progresso dos alunos.”	
	“Organização das tarefas por níveis de desempenho.”	
	“Organizar as diferentes atividades por nível.”	

Todos os formandos de ambos os grupos indicaram que utilizariam o LEMA no futuro (cf. Gráfico 91). Na Tabela 81 encontram-se as razões apresentadas pelos formandos, das quais, sumariamente destacamos as seguintes: por ser uma ferramenta motivadora e facilitadora na aquisição de competências matemáticas; permite desenvolver de uma forma lúdica e apelativa a compreensão de conceitos matemáticos; desenvolver o raciocínio matemático, competências percetivo-motoras e outras capacidades matemáticas; promove autonomia nos alunos com PEA; permite ao professor selecionar atividades de acordo com o perfil de competências de cada aluno; por ser uma ferramenta inclusiva que pode ser utilizada por todos os alunos da turma; e por ser uma excelente ferramenta de apoio ao desenvolvimento de competências nos alunos com PEA, uma vez que é intuitiva, clara e objetiva e foi desenvolvida de forma a dar resposta às necessidades/interesses dos alunos com esta perturbação.

**Gráfico 91: Formandos do grupo 1 e 2 – Utilização do LEMA no futuro****Tabela 81: Formandos do grupo 1 e 2 – Razões para a utilização do LEMA no futuro**

	Razões para a utilização do LEMA no futuro	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	“Considero uma mais-valia para a aprendizagem.”	11
	“Alunos com autonomia e conhecimentos na área torna-se uma boa ferramenta.”	
	“Porque constitui uma ferramenta motivadora e facilitadora de aquisições de competências matemáticas e ainda porque permite o desenvolvimento da autonomia da criança.”	
	“Considero ser uma ferramenta que permite desenvolver no aluno, de uma forma apelativa e lúdica, a compreensão de conceitos, o desenvolvimento do raciocínio matemático e competências percetivo-motoras.”	

Tabela 81: Continuação

	Razões para a utilização do LEMA no futuro	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	<p>“Porque posso trabalhar com alunos com PEA de forma simplificada indo de encontro às suas dificuldades e porque as TIC são muito motivadores no ensino-aprendizagem. Porque gostei de realizar as tarefas e de as planificar, de acordo com as competências dos meus alunos. Porque eles adoram trabalhar no computador e as atividades que o LEMA integra desenvolvem capacidades matemáticas muito importantes como: memorização, pensamento visual, constância percetual, perceção figura-fundo, linguagem, operações simbólicas( compreensão de conceitos geométricos, organização e tratamento de dados álgebras... e outra competências relacionadas com a relação interpessoal, autonomia, destreza manual , motivação, atenção-concentração , aumentar o tempo na tarefa e na gestão do comportamento e nas TIC .”</p> <p>“Porque apoio uma criança com PEA”</p> <p>“Porque é um meio que desenvolve a aprendizagem e autonomia das crianças e se adapta a todo tipo de criança com PEA.”</p> <p>“É mais uma ferramenta de trabalho e muito útil para professores, pais e alunos!”</p> <p>“Como já disse anteriormente considero-o uma ótima ferramenta de aprendizagem que nos permite diversificar as nossas metodologias e estratégias de aprendizagem.”</p> <p>“Para facilitar a às crianças e jovens a aprendizagem da matemática.”</p>	11
<b>Grupo 2</b>	<p>“Poder trabalhar com os alunos de uma forma lúdica e ensinar/aperfeiçoar conhecimentos.”</p> <p>“Porque é uma mais valia nas escolas enquanto recurso.”</p> <p>“é apelativo para as crianças e prático para o professor.”</p> <p>“por se tratar de um programa que é explorada num computador/tablet, instrumentos este que motivam a participação do aluno, mantendo-o mais atento e concentrado.”</p> <p>“Porque poderá funcionar como um instrumento de trabalho complementar no meu dia a dia. Para além disso, pode ser desenvolvido com outras crianças e não só com crianças com PEA.”</p> <p>“É bastante facilitador do trabalho que o professor tem que desenvolver com os alunos com PEA ao nível da disciplina de Matemática.”</p> <p>“Ferramenta muito interessante, motivadora e de fácil intuição. Tanto para alunos com PEA e como para ambiente turma. Poderia ser utilizado como material inclusivo em sala de aula; pois todos os alunos o poderão realizar.”</p> <p>“Como já referi, assume-se como uma excelente ferramenta de apoio ao desenvolvimento do trabalho com crianças com PEA, nomeadamente por ser intuitivo, claro, objetivo e pensado de modo a dar resposta às necessidades e/ou interesses de crianças com esta perturbação.”</p> <p>“Pk é uma ferramenta para explorar a matemática seja para alunos com PEA ou outros com dificuldades cognitivas.”</p> <p>“Pelas grandes potencialidades do programa ao nível da abordagem à matemática e por julgar que poderá ser aplicado em outras áreas/disciplinas.”</p> <p>“Pelo que foi referido anteriormente.”</p> <p>“Pelos motivos já referidos nos pontos 1.1.1. e 1.2..”</p>	12

Por fim, questionados sobre de que forma esta ação de formação contribuiu para o desenvolvimento das suas competências, os formandos mencionaram que ação de formação contribui para um maior visionamento das características e dificuldades dos alunos com PEA, nomeadamente: para adquirir novos conhecimentos; para explorar as potencialidades pedagógicas do LEMA; e para identificar os constrangimentos ainda existentes no protótipo proporcionando uma reflexão conjunta acerca do ensino da matemática a alunos com PEA e das melhores estratégias a utilizar com estes alunos. Os formandos também referiram que ficaram munidos de uma ferramenta de trabalho muito

útil no âmbito das práticas pedagógicas com alunos com PEA, dado que exploraram o LEMA com os seus alunos em sala de aula. Alargaram conhecimentos sobre as características que um ambiente digital deve possuir para promover competências matemáticas, captar a atenção/concentração e motivar os alunos com PEA para a aprendizagem matemática (cf. Tabela 82).

De uma forma geral esta ação de formação permitiu capacitar os formandos para lidar com alunos com esta perturbação, mais especificamente, capacitá-los com algumas estratégias para o desenvolvimento de competências matemáticas e sobre as potencialidades das tecnologias digitais no apoio e ensino da matemática, de forma que os alunos com esta problemática tenham sucesso nas suas aprendizagens.

**Tabela 82: Formandos do grupo 1 e 2 – Contributos da ação de formação**

	Contributos da ação de formação	TOTAL
<b>Grupo 1</b>	<p>“Consegui conhecer um recurso digital, que está construído com rigor científico e é na área da matemática, com excelente aplicabilidade a todo o universo escolar do 1º ciclo. Maior visionamento sobre as dificuldades das crianças com PEA e também um maior questionamento (crítico) face a tarefas para esses alunos.”</p> <p>“Deu-me outra visão de como trabalhar com alunos com PEA. Trabalhar com outro software; estar mais atenta ao que o aluno consegue fazer autonomamente.”</p> <p>“Porque me deu a conhecer uma ferramenta de trabalho para crianças com características muito específicas, permitindo-me passar de um conhecimento teórico de atividades matemáticas com especificidades para estas crianças... caso venha a trabalhar com crianças com PEA (ou mesmo outras dificuldades de aprendizagem), desenvolver um trabalho mais profícuo. Permitiu-me experienciar uma nova ferramenta (eu própria e junto de duas crianças com quem pude estar a desenvolver tarefas deste ambiente digital), explorar algumas das suas potencialidades, identificar possíveis constrangimentos, aumentando assim a minha capacidade de implementar com mais agilidade soluções alternativas, fundamentais quando se trabalha com crianças cuja diversidade de perfis é tão grande.</p> <p>Especialmente porque permitiu: -um melhor conhecimento das características dos alunos com PEA na área da matemática; - Conhecer as características do ambiente digital adaptado aos alunos com PEA; -Experimentar o LEMA e refletir sobre a experimentação.”</p> <p>“Contribuí de forma muito positiva, uma vez que me colocou a par de um ambiente digital que desconhecia e que tenho a certeza que virá ser muito útil.”</p> <p>“Esta ação de formação superou as minhas expectativas, pois munuiu-me de uma ferramenta de trabalho muito útil, que será uma mais valia para o meu desempenho enquanto profissional do ensino.”</p> <p>“Porque fiquei a conhecer e a saber aplicar/usar uma nova ferramenta que me permite desenvolver competências muito importantes para os meus alunos. Porque, pelos anos de serviço que já tenho no trabalho com crianças com necessidades educativas especiais, fico muito agradecida ao grupo de trabalho que desenvolveu e desenvolve o LEMA, porque acho que deve ser esse o papel das Universidades, o de estar junto da comunidade educativa e de perceber as suas necessidades, fazendo-as evoluir e capacitar para a inclusão pessoal e social dos seus alunos. Obrigada. Não só pela apresentação do LEMA em si, como também pelo debate entre pares.”</p> <p>“Contribuí para um melhor conhecimento e desempenho profissional, na aplicação pedagógica e na utilidade de jogos iterativos na sala de aula.”</p> <p>“A noção do que é um aluno com PEA e como saber lidar com a situação!”</p> <p>“Foi muito interessante, bem fundamentada, com explicações claras e objetivas e que permite futuramente a utilização do LEMA na minha prática pedagógica.”</p> <p>“Proporcionou-me uma reflexão conjunta acerca do ensino de matemática nas PEA; das melhores estratégias a utilizar...”</p>	11

Tabela 82: Continuação

	Contributos da ação de formação	TOTAL
Grupo 2	<p>“Ter o contacto com o LEMA e futuramente poder explorar com os alunos em sala de aula.”</p> <p>“Permitiu-me ter acesso a um novo recurso e refletir sobre o tipo de atividades a realizar com alunos com PEA.”</p> <p>“beneficiou os conhecimentos teóricos que suportam a prática.”</p> <p>“Esta ação de formação permitiu-me conhecer uma nova ferramenta de trabalho permitindo assim diversificar estratégias em sala de aula.”</p> <p>“Conhecer outros recursos que me ajudem a combater certas lacunas que possam vir a existir, pois neste momento não tenho nenhuma criança com PEA. Permitiu ainda alargar os meus conhecimentos acerca de algumas características que permitam captar a atenção e motivar as crianças com PEA para uma melhor aprendizagem.”</p> <p>“Após frequentar esta ação de formação considero-me mais apta para trabalhar com alunos com PEA. Fiquei mais esclarecida sobre as suas reais dificuldades e mais capacitada para lidar com estes alunos e para os ajudar a aprender Matemática.”</p> <p>“Contribuiu para que renovasse alguns conhecimentos já adquiridos anteriormente. Refletir na prática docente, nos momentos de partilha entre os pares. E a utilização de novos ambientes digitais é sempre uma mais-valia motivacional para todos (alunos e docentes).”</p> <p>“Porque houve uma fundamentação bastante clara e objetiva acerca dos pressupostos teóricos que se encontram na base do desenvolvimento do LEMA e, também, porque possibilitou a exploração prática deste ambiente digital. Despertou a minha atenção para as reais características de crianças com PEA, dando-me acesso a uma ferramenta bastante útil para o desenvolvimento do trabalho a realizar com as mesmas.”</p> <p>“Conhecer novas funcionalidades de trabalhar a matemática é sempre uma mais valia. Não conhecia o Lema e espero vir a usar este programa muitas vezes.”</p> <p>“Foi de curta duração, com muito boa exposição teórica e com uma componente prática também bastante adequada. Poderei utilizar o programa nos apoios individualizados com os alunos. Abrange uma área em que ainda existe pouco software educativo mais dirigido a alunos com PEA. Por ambas as razões, poderei tornar o trabalho mais apelativo.”</p> <p>“esta formação resultou numa mais valia em termos pessoais e profissionais. Permitiu que tivesse mais conhecimentos acerca do PEA, assim as ferramentas a utilizar, para melhorar o sucesso dos alunos com esta problemática, no âmbito da disciplina de Matemática.”</p> <p>“esta ação permitiu que eu alargasse os meus conhecimentos no que diz respeito a crianças com PEA e como melhorar o sucesso destas. Sendo a minha formação no grupo 230 (Matemática e Ciências da Natureza) esta formação permitiu-me conhecer um ambiente digital no âmbito da disciplina de matemática, o que se tornará muito útil na minha prática letiva futura... Foi uma ação de formação muito motivadora e interessante, na qual adquiri novos conhecimentos sobre os cuidados a ter na elaboração de um ambiente digital para crianças com PEA. A ação decorreu num ambiente muito propício à partilha de experiências entre os formandos e a formadora. A formadora conseguiu transmitir os seus conhecimentos e as suas experiências de uma forma clara e cativante. E por fim, a ação permitiu que eu tivesse a oportunidade de explorar e aplicar o LEMA.”</p>	12

### 6.3.3.2 DISCUSSÃO DE RESULTADOS DAS AÇÕES DE FORMAÇÃO

Tal como referido anteriormente, os dados recolhidos durante a realização das duas edições da ação de formação “Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA” permitiram verificar a adequabilidade do protótipo desenvolvido, uma



vez que ao longo das sessões da ação de formação os formandos demonstraram através dos seus relatos que a segunda versão do LEMA se adequa às particularidades das crianças com PEA e que o protótipo implementado apresenta níveis bastante satisfatórios de usabilidade, adequação científica-pedagógica, adaptação e alguma flexibilidade das atividades incorporadas.

Apesar de todas as fragilidades detetadas nesta versão do protótipo, os formandos consideraram que o LEMA é uma excelente ferramenta para o desenvolvimento do ensino/aprendizagem matemática das crianças com PEA. Permite a construção do conhecimento e envolvimento com o mundo real de forma mais autónoma e confiante, promove o desenvolvimento de diversas competências nos alunos (desenvolvimento cognitivo, linguagem, leitura, planeamento, memorização, gerir emoções face ao *feedback*, resolver problemas matemáticos, atenção/concentração, interação entre pares), bem como, possibilita a seleção de atividade adequadas e diferenciadas tendo em conta as competências e o perfil de funcionalidade de cada criança.

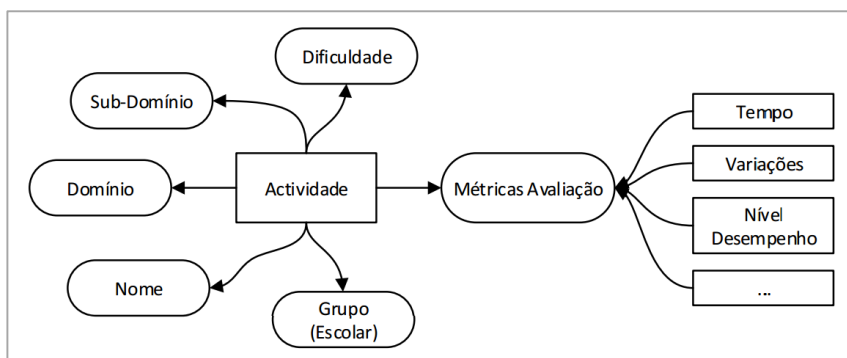
Da mesma forma que os dados recolhidos durante as sessões de teste e avaliação inicial do protótipo, os dados provenientes das edições da ação de formação forneceram mais uma vez pistas que serviram de alicerces para o segundo reajustamento do protótipo, de modo a colmatar as fragilidades encontradas e aperfeiçoar a versão final do protótipo fazendo jus ao modelo conceptual especificado.

#### **6.3.4 II REAJUSTE DO PROTÓTIPO – TERCEIRA VERSÃO DO LEMA**

Com vista a dar continuidade ao trabalho desenvolvido na segunda versão do protótipo e aprimorar o ambiente digital LEMA, procedeu-se ao segundo reajustamento do protótipo com base nos resultados acima descritos, nos quatro princípios de intervenção terapêutica e educacional de Cain e Seeman (2002) e nas Tabelas 3, 14 e 15 (cf. Páginas 39-49, 103, 104-105).

Em conformidade com os dados recolhidos nas edições das ações de formação, o processo do já referido reajustamento iniciou-se novamente com a reorganização das trinta atividades incorporadas em níveis de escolaridade, tendo cada atividade sido reestruturada em cinco níveis de dificuldade. As fragilidades de cada atividade descritas pelos formandos no questionário sobre a adequação científica-pedagógica das atividades incorporadas na segunda versão do protótipo LEMA foram suprimidas.

O esquema abaixo retrata a forma como foi pensada a nova estrutura de atividade no LEMA: cada atividade é constituída pelo ano de escolaridade a que se destina, nome, domínio e subdomínio da matemática, dificuldade, que por sua vez contempla cinco níveis, e pelas métricas de avaliação. As métricas de avaliação permitem medir e avaliar o desempenho dos utilizadores numa determinada atividade: o tempo, variações da atividade e nível de execução, que sustentará o registo de desempenho de cada utilizador e a adaptabilidade das atividades ao perfil funcional do utilizador.



**Esquema 4: Estrutura da atividade no LEMA**

Após a especificação dos cinco níveis de dificuldade para cada uma das trinta atividades por parte da investigadora, avançou-se paralelamente com o desenho gráfico e implementação técnica dos níveis assegurada pelos restantes membros da equipa multidisciplinar da Linha Temática Geometrix.

Importa antes de mais sublinhar que nesta terceira versão do LEMA foram contemplados os dois perfis de utilizadores – aluno e professor –, tal como previsto no modelo conceptual especificado.

Dada a heterogeneidade das crianças com PEA e tendo em consideração o segundo princípio da intervenção terapêutica de Cain e Seeman (2002), designadamente, a necessidade da existência de um fluxo personalizado das atividades de aprendizagem, o menu de escolha de atividades foi redesenhado de forma a torná-lo mais robusto, intuitivo e amigável dos utilizadores. Neste cenário, a terceira versão do LEMA fornece a seleção personalizada de uma a dez atividades tendo em conta o perfil funcional do utilizador com PEA e suas capacidades matemáticas.

Na Figura 32 podemos observar o menu de escolha de atividades do utilizador-educador, onde se encontram as atividades organizadas em domínios e subdomínios da disciplina de matemática, e por anos de escolaridade (1º ao 6º ano). Para cada atividade incorporada no LEMA existe uma imagem associada, o nome e a possibilidade de seleccionar de entre um a cinco níveis de dificuldade. Acrescenta-se ainda que na parte inferior do ecrã encontra-se uma barra com cinco botões: “Voltar” para voltar ao ecrã inicial do LEMA, “Limpar” para desseleccionar as atividades seleccionadas, “Seleção” onde o utilizador-educador poderá visualizar as atividades por ele seleccionadas (cf. Figura 33), “Iniciar” onde o utilizador-educador poderá executar o leque de atividades seleccionadas e “Enviar” para o utilizador-educador enviar as atividades seleccionadas aos seus alunos/educandos. No canto superior direito está o botão de saída do LEMA.



Figura 32: Ecrã menu escolha e geração de atividades do educador – 3ª versão LEMA



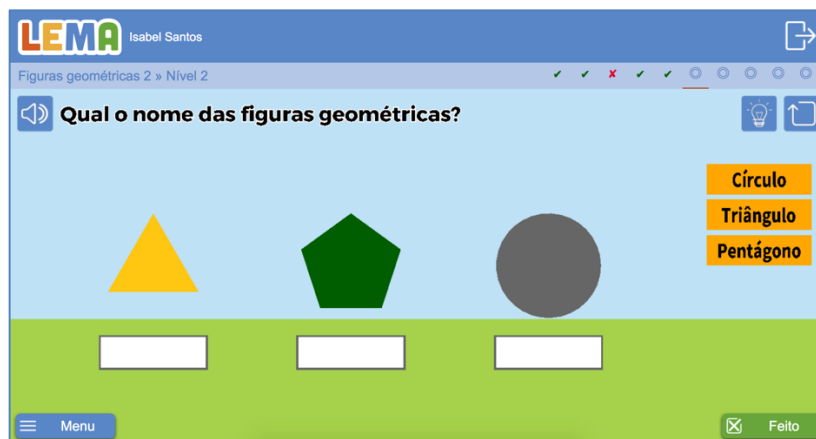
Figura 33: Ecrã menu atividades escolhidas – utilizador-educador – 3ª versão LEMA

O menu de escolha de atividades do aluno segue um modelo de estruturação passo a passo, onde o aluno pode selecionar uma de três opções: 1) as atividades enviadas pelo utilizador-educador (selecionadas de acordo com o seu perfil de funcionalidade); 2) as atividades já realizadas pelo utilizador-aluno, ou seja, voltar a repetir atividades que o utilizador-educador tenha enviado anteriormente; e 3) escolher o tema ou os temas para realizar um novo fluxo de atividades geradas aleatoriamente pelo sistema e escolher o número de atividades a realizar, entre cinco a dez atividades (cf. Figura 34).



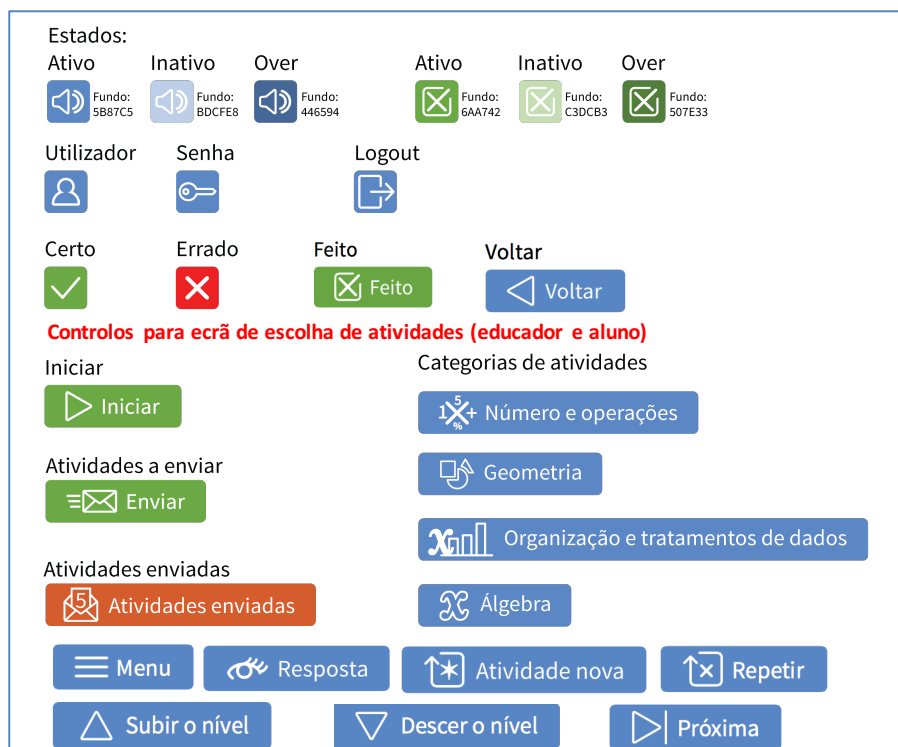
**Figura 34: Ecrã menu escolha atividades do utilizador-aluno – 3ª versão LEMA**

De forma a colmatar mais uma das fragilidades encontradas nas duas últimas versões do protótipo LEMA e pelo facto de os alunos com PEA precisarem de uma estruturação durante a realização das atividades, procedeu-se à incorporação de uma barra de progresso de realização das atividades em conformidade com número de atividades seleccionadas para cada aluno, de forma a que o utilizador tenha noção das atividades que já realizou com sucesso e/ou insucesso e das atividades que faltam concluir. É ainda possível visualizar, na barra de progresso, o nome da atividade que está a executar (cf. Figura 35).



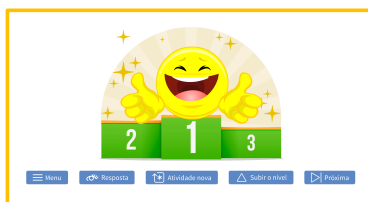
**Figura 35: Barra de progresso de realização das atividades – 3ª versão LEMA**

Neste segundo reajuste do protótipo houve também a necessidade de criar mais consistência entre os botões e ícones e a interface gráfica do LEMA, de forma a termos um ambiente promotor de aprendizagens matemáticas harmonioso, apresentando os botões e ícones com texto equivalente à imagem familiar associada para facilitar a compreensão dos botões e ícones para o enriquecimento do vocabulário (cf. Figura 36).

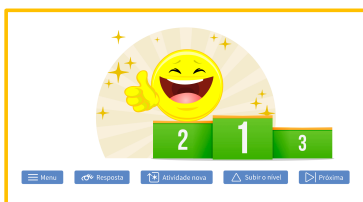


**Figura 36: Botões e ícones – 3ª versão LEMA**

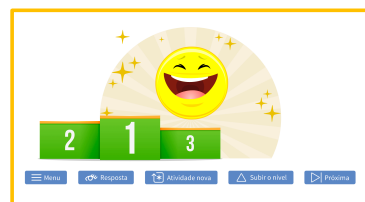
De acordo com a opinião dos formandos os *feedbacks* de reforço deveriam ser mais atrativos, expressivos, diferenciados com gestos mais salientes na própria imagem e mais dinâmicos. Dada a importância dos *feedbacks* no processo de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA (Delmolino et al., 2013), procedemos a um novo reajuste dos *feedbacks* de reforço, com vista a estimular, motivar e envolver os utilizadores para a aprendizagem matemática. Neste contexto, o *feedback* de reforço positivo é diferenciado de acordo com o número de tentativas falhadas na resolução da atividade, como podemos observar nas figuras 37, 38 e 39.



**Figura 37: Ecrã *feedback* positivo no fim de acertar à 1ª tentativa a execução correta da atividade – 3ª versão LEMA**



**Figura 38: Ecrã *feedback* positivo no fim de acertar à 2ª tentativa a execução correta da atividade – 3ª versão LEMA**



**Figura 39: Ecrã *feedback* positivo no fim de acertar à 3ª tentativa e restantes a execução correta da atividade – 3ª versão LEMA**

Relembrando o primeiro princípio da intervenção terapêutica de Cain e Seeman (2002), nomeadamente, a necessidade de haver a prática de exercícios repetitivos para a consolidação das aprendizagens, a terceira versão do LEMA permite repetir as atividades incorporadas sempre que o

utilizador desejar. Para além do utilizador-aluno poder repetir as atividades já realizadas por ele e no final de três tentativas falhadas na resolução de uma dada atividade poder tomar a decisão de voltar a repetir a mesma atividade ou avançar para atividade seguinte, também poderá repetir uma mesma atividade de igual dificuldade, quando obtém sucesso na resolução de uma dada atividade. Ainda assim, uma atividade de igual dificuldade poderá ser apresentada com imagens ou valores diferentes: por exemplo, na atividade “Figuras geométricas 2” (em que é necessário fazer a correspondência entre o nome e a respetiva figura geométrica) se, numa vez, sair como figuras geométricas o triângulo e o quadrado, e após o utilizador dar uma resposta correta, poderá clicar no botão “Atividade nova” o sistema poderá devolver a mesma atividades mas tendo como figuras geométricas o retângulo e o círculo (cf. Figura 40).

Importa ainda acrescentar o ecrã do *feedback* de reforço (cf. Figura 40) permite a seleção de uma de cinco opções: “Menu” para volta ao menu de seleção de atividades; “Resolução” para visualizar uma solução da atividade; “Atividade nova / Manter o nível / Repetir” para resolver uma nova atividade de igual nível de dificuldade, no caso de ter acertado e repetir a atividade no caso de ter falhado a resolução; “Subir / Descer nível” para subir ou descer o nível de dificuldade da atividade; e “Próxima” para o utilizador avançar para a próxima atividade previamente selecionada.



**Figura 40: Ecrã de *feedback* de reforço – 3ª versão LEMA**

Dado que um dos formandos referiu que palavra “submeter” é de difícil compreensão e que podia ter associado à palavra um símbolo, decidimos numa das reuniões da equipa multidisciplinar reformular a descrição do botão para a validação da resposta do utilizador para “Feito”, por ser uma palavra mais familiar ao contexto das crianças com PEA e a esta foi associado o respetivo símbolo de forma a facilitar a sua compreensão (Darejeh & Singh, 2013) (cf. Figura 41).



**Figura 41: Alteração do botão de validação da resposta à atividade**

Como já referido anteriormente, a terceira versão do LEMA contempla dois perfis de utilizadores (aluno e educador). Com efeito, foi necessário criar uma base de dados em MySQL que armazenasse os dados relativos dos alunos e educadores registados com *login* e *passwords* atribuídos e os dados relativos ao registo de desempenho na realização das atividades de cada aluno, nomeadamente, a identificação do aluno, a data, o número de sucessos e erros e a identificação da atividade por ano de escolaridade, domínio matemático e nível/níveis de dificuldade. Desta forma, o utilizador-educador tem acesso ao registo de desempenho de cada para que possa verificar o progresso e dificuldades dos seus alunos durante a realização das atividades (cf. Figura 42).



**Figura 42: Ecrã registo de desempenho de cada aluno – 3ª versão LEMA (proposta designer)**

Após a reestruturação (especificação e *design* gráfico) e implementação técnica dos níveis de dificuldade de cada uma das trinta atividades especificadas para a segunda versão do protótipo, dos diversos elementos e funcionalidades que integraram a terceira versão, foram concebidas e implementadas mais oito atividades relacionadas com contagens, dinheiro, orientação espacial e operações, de modo a corresponder às sugestões propostas pelos formandos (cf. Tabela 83). Importa ainda acrescentar que com a reestruturação das trinta atividades em cinco níveis de dificuldade, duas destas atividades foram suprimidas e integradas num dos níveis de dificuldade das atividades similares, mas com graus de complexidade diferentes.

Na Tabela 84 apresenta-se a identificação de cada uma das oito atividades novas, o domínio e subdomínio matemático, os objetivos de aprendizagem e as capacidades fundamentais da matemática.

**Tabela 83: Atividades incorporadas na 3ª versão do protótipo, subdomínio matemático, objetivos e capacidades matemáticas**


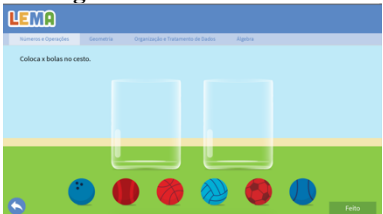



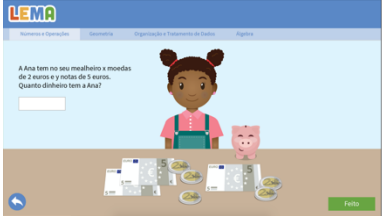

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<b>Orientação espacial 1</b> 	<p>Identificar a «direção» de um objeto (relativamente a quem observa) como o conjunto das posições situadas à direita, à esquerda, à frente e por detrás desse objeto.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da perceção visual-motora e da perceção das relações espaciais; pensamento visual resultante da: perceção visual 2D e da manipulação mental de imagens e construção de relações entre imagens;  <b>EERP:</b> Ativar mecanismos e procedimentos multi-passo que conduzam a uma solução matemática.</p>
<p>Subdomínio: localização e orientação no espaço – GM1 1.2; GM2 1.1, 1.2</p>	
<b>Orientação espacial 2</b> 	<p>Distinguir entre bolas amarelas e azuis e colocar as respetivas bolas de acordo a uma posição à direita ou à esquerda relativamente a quem observa.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada em: visualização 2D através da perceção visual-motora e da perceção das relações espaciais.</p>
<p>Subdomínio: localização e orientação no espaço – GM1 1.2; GM2 1.1, 1.2</p>	
<b>Contagens</b> 	<p>Contar objetos e coloca-los um a um dentro do cesto.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização através da coordenação visual-motora e da perceção das relações numéricas.</p>
<p>Subdomínio: números naturais – NO 1 1.2</p>	
<b>Quantos são</b> 	<p>Conta objetos e associar pela contagem diferentes conjuntos ao mesmo número natural.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização através da perceção das relações numéricas.</p>
<p>Subdomínio: números naturais – NO 1 1.3, 1.4</p>	
<b>Distinção entre frutos e legumes</b> 	<p>Distinguir objetos.</p> <p><u>Capacidades matemáticas:</u>  <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens;  <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização.</p>



Tabela 83: Continuação

Atividades Subdomínio geométrico / Descritores	Objetivos e capacidades matemáticas a serem trabalhadas
<p><b>Contar dinheiro 1</b></p>  <p>Subdomínio: números naturais – NO 1 6.4</p>	<p>Efetuar contagens de quantias em dinheiro. <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização através da percepção das relações numéricas.</p>
<p><b>Contar dinheiro 2</b></p>  <p>Subdomínio: números naturais – NO 2 8.2</p>	<p>Efetuar contagens de quantias em dinheiro. <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização através da percepção das relações numéricas.</p>
<p><b>Contar dinheiro 3</b></p>  <p>Subdomínio: números naturais – NO 2 8.2</p>	<p>Efetuar contagens de quantias em dinheiro. <u>Capacidades matemáticas:</u> <b>Comunicação:</b> ler e decodificar imagens; <b>Raciocínio:</b> determinar a solução baseada na visualização através da percepção das relações numéricas.</p>

### 6.3.5 DESCRIÇÃO FINAL DO PROTÓTIPO DO LEMA

Nesta secção apresenta-se uma descrição global das principais funcionalidades incorporadas no protótipo do LEMA ao longo de todo o processo de especificação, desenvolvimento e reajuste. O ambiente digital LEMA pode ser acedido através do link: <http://lema.cidma-ua.org>.

#### 6.3.5.1 FUNCIONALIDADES DA INTERFACE “ALUNO”

##### a) **Entrada**

O LEMA inicia com um ecrã inicial que permite fazer o login do utilizador-aluno e do utilizador-educador/tutor e saber informações sobre o ambiente digital de aprendizagem matemática proposto “Acerca de”. Para que uma criança possa ter acesso ao LEMA necessita de dispor de um *login* e uma *password* (senha). Após a validação do *login* e *password*, os utilizadores deverão

selecionar o botão “Entrar” (com *feedback* auditivo) (cf. Figura 43). Os utilizadores que ainda não disponham de um *login* e *password* para utilizar o LEMA deverão selecionar o *link* “Criar uma conta” para efetuar o pedido dos mesmos.



**Figura 43: Entrada no LEMA**

#### b) Novo registo

Os utilizadores que ainda não disponham de um *login* e *password* para utilizar o LEMA deverão preencher um formulário no qual são pedidos a identificação da criança, o sexo, a data de nascimento, o concelho, o distrito, a escola, o e-mail do aluno, a introdução de uma proposta de *password*, o e-mail do tutor e o ano de escolaridade. Depois da introdução dos dados, os utilizadores deverão selecionar o botão “Criar” para que os dados sejam enviados e aguardar um contacto por email com a confirmação do *login* e *password* para poderem começar a utilizar o LEMA (cf. Figura 44). Importa referir que este procedimento será realizado com ajuda do educador/tutor acompanhante da criança, tendo que este já ter criado a sua própria conta como tutor.

**Figura 44: Novo registo dos utilizadores**

### c) Entrada no LEMA, interface menu de escolha de atividades do utilizador-aluno

Após a introdução do *login* e *password*, o utilizador-aluno entra no LEMA e surge o menu de escolha de atividades do utilizador-aluno composto pelas três opções já referidas: 1) atividades enviadas; 2) atividades feitas; 3) escolha de temas ou temas para a realização de cinco a dez atividades geradas aleatoriamente pelo sistema (cf. Figura 45).



**Figura 45:** Ecrã menu escolha atividades do utilizador-aluno

### d) Resolução das atividades matemáticas

Decorrida a seleção de atividades de acordo com o perfil do aluno, quer por parte do educador, quer pela geração automática das atividades realizada pelo sistema, as atividades são lançadas numa determinada ordem caso tenham sido selecionadas pelo educador acompanhante. No arranque das atividades o utilizador é informado da quantidade de atividades que irá realizar naquele momento e é gerada a barra de progresso em conformidade com número de atividades selecionadas para cada aluno, tal como descrito anteriormente (cf. Figura 35).

Importa relembrar que as trinta e cinco atividades incorporadas na versão final do protótipo LEMA foram projetadas dentro de um pensamento minimalista, com poucos itens no ecrã, interface clara com cores suaves que evocam uma sensação de calma e promove concentração/atenção na atividade (Morgenlander, 2015), sem elementos distratores ou imagens de fundo e utilização de linguagem visual e textual simples e direta, criando uma interface visualmente atraente para estimular o pensamento matemático.

Dada a extrema importância dos *feedbacks* para o processo de ensino e de aprendizagem da matemática dos alunos com PEA, em todas as atividades são fornecidos diferentes tipos de *feedbacks* para facilitar a compreensão do utilizador sobre o conteúdo e linguagem de conteúdo, a fim de

estimular, motivar e envolver os utilizadores para a aprendizagem matemática, conforme abaixo descrito.

- **Feedback auditivo:** em todos os botões e ícones é exibido som (*voice-over*), bem como, nos enunciados, instruções e orientações das atividades.
- **Feedback visual:** é fornecido um contorno extra para fornecer maior visibilidade ao objeto selecionado no ambiente da atividade.
- **Feedback de reforço positivo ou negativo em função do desempenho do utilizador-aluno na execução das atividades matemáticas:** quando uma atividade é terminada com sucesso, surge um “*smile*” animado, sonORIZADO e diferenciado de acordo com o número de tentativas falhadas na resolução da atividade e o utilizador poderá tomar a decisão de ver uma solução da atividade, repetir uma nova atividade do mesmo nível de dificuldade, subir o nível de dificuldade ou avançar para a próxima atividade; quando é terminada com insucesso, surge um “boneco Pi” animado e sonORIZADO e ao fim de três tentativas falhadas para a resolução de uma atividade o utilizador poderá tomar a decisão de voltar a repetir a mesma atividade, ver uma da solução da atividade, descer o nível de dificuldade ou avançar para atividade seguinte. Portanto, o LEMA permite repetir as atividades incorporadas sempre que o utilizador desejar, o que leva ao desenvolvimento de competências (cf. Figura 46).

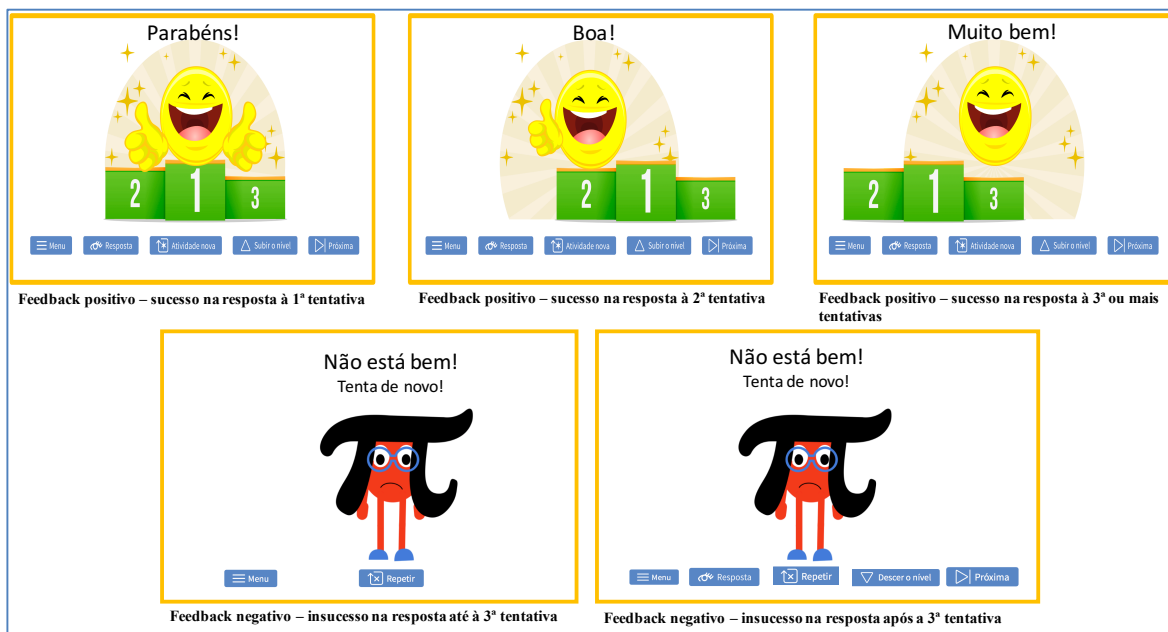


Figura 46: *Feedbacks de reforço*

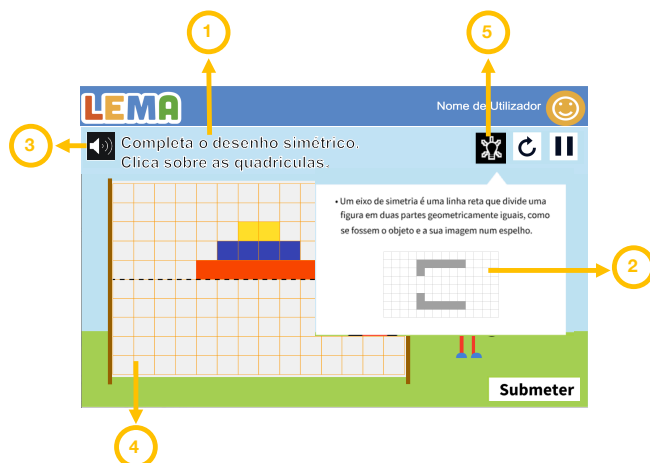
- **Feedbacks informativos frequentes sobre os conteúdos matemáticos:** no contexto de cada atividade, no topo do ecrã aparece um botão "dica", com instruções úteis, incluindo definições de conceitos matemáticos inerentes a cada atividade; no fim de duas tentativas

falhadas à resolução da atividade que envolva mais do que dois passos para a sua resolução, o sistema do LEMA poderá fazer a partição da atividade em tarefas mais simples, ou seja, a atividade será apresentada passo a passo; tal como mencionado anteriormente, no final de três tentativas falhadas à resolução correta da atividade ou em caso de sucesso na execução da atividade, o utilizador poderá visualizar um vídeo interativo que mostra uma solução da atividade proposta (cf. Figura 47), visto que o facto do utilizador ter obtido sucesso da execução da atividade, não significa que aprendeu os conceitos inerentes à atividade, podendo simplesmente ter resolvido a mesma por tentativa-erro. Portanto, a incorporação de vídeos exemplificativos leva à compreensão dos conceitos matemáticos e consequente desenvolvimento de competências.



**Figura 47: Feedbacks informativos frequentes sobre os conteúdos matemáticos**

Neste contexto, importa referir que o sistema do LEMA fornece informações em múltiplas representações, como texto (1), vídeo (2), áudio (3) e imagem (4), fornecendo instruções e orientações claras sobre as atividades, como o caso das explicações dos conceitos matemáticos e *feedbacks* (5) para facilitar a compreensão do conteúdo e vocabulário (cf. Figura 48), conforme sugerem vários autores supracitados.



**Figura 48: Informações em múltiplas representações**

No final da realização do conjunto de atividades propostas aparecerá o ecrã final dizendo que chegou ao fim (cf. Figura 49).



**Figura 49: Ecrã final**

Os objetivos e capacidades matemáticas inerentes a cada uma das trinta e cinco atividades implementadas, foram sendo descritas ao longo do presente trabalho de investigação.

#### e) Sair

Para sair de uma sessão do LEMA, os utilizadores dispõem de um botão no canto superior direito do ecrã que quando selecionado. Este botão faz surgir uma caixa de diálogo que pede a confirmação da saída, voltando para ecrã inicial (cf. Figura 50).



**Figura 50: Saída do ambiente digital LEMA**

#### 6.3.5.2 FUNCIONALIDADES DA INTERFACE “EDUCADOR/PROFESSOR/TUTOR”

As funções do educador/professor/tutor são assegurar a seleção de atividades matemáticas de acordo com o perfil de funcionalidade de cada utilizador-aluno com PEA, proceder ao envio das atividades selecionadas e visualizar o registo de desempenho de cada aluno para que possa ajustar a escolha de atividades em conformidade com o seu desempenho. Neste sentido, foram implementadas interfaces que dão suporte a estas funções.

##### **a) Entrada e novo registo**

A entrada no sistema do LEMA, a validação do *login* e *password* e a criação de uma nova conta pelo utilizador-educador é feita da mesma forma à descrita para a interface aluno (cf. Alíneas a e b da secção 6.3.5.1).

##### **b) Entrada no LEMA, interface menu de escolha de atividades do utilizador-educador/tutor e registo de desempenho do aluno**

Após a introdução da *login* e *password*, o utilizador-educador/tutor tem acesso a um ecrã que permite a seleção de quatro opções principais: “Atividades”, “Utilizador”, “Acerca de” e “Definições” (cf. Figura 51). A opção “Atividades” quando selecionada possibilita o acesso ao menu de escolha de atividades, ao menu das atividades selecionadas, executar as atividades selecionadas e enviá-las para o(s) aluno(s) associado(s) à sua conta. Na opção “Utilizador” é possível visualizar a lista de alunos associados à sua conta e o registo de desempenho de cada aluno na realização das atividades proposta (cf. Figura 52). Já a opção “Definições” quando selecionada será possível o utilizador-educador/tutor definir algumas configurações do LEMA para a cada utilizador-aluno a si

associado e na opção “Acerca de” surge a versão do protótipo e os logotipos do LEMA e da Linha Temática Geometrix.

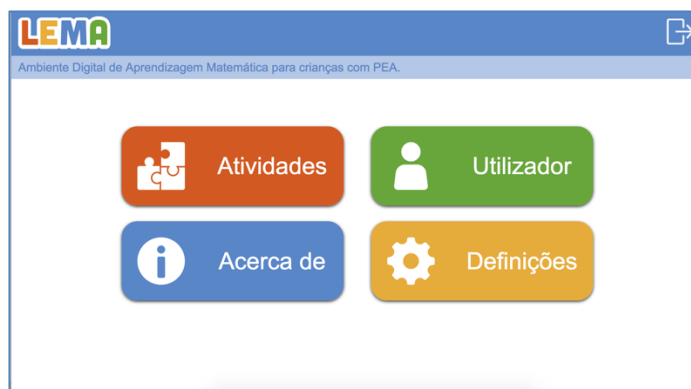


Figura 51: Ecrã inicial

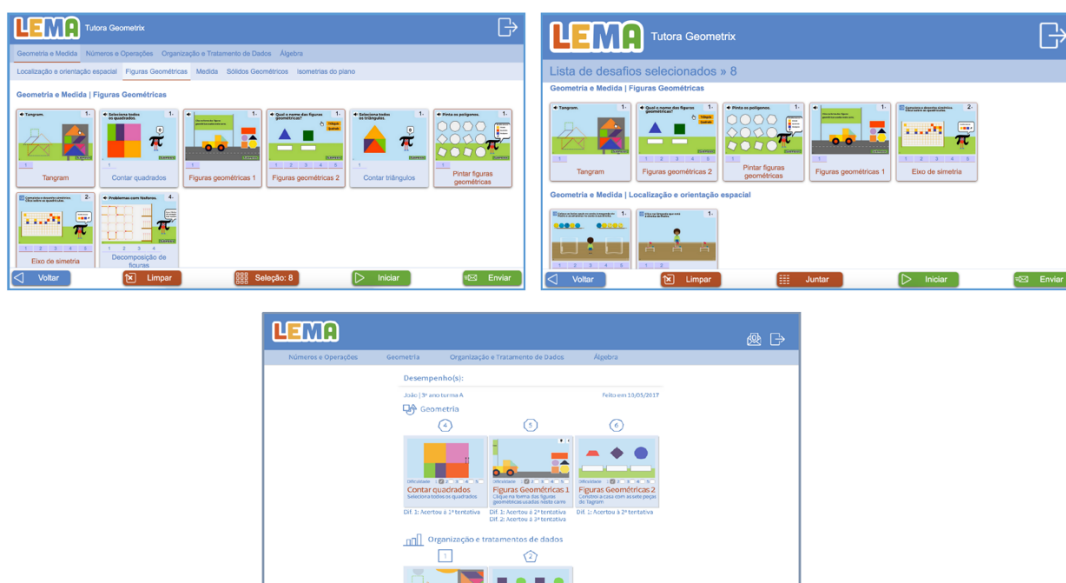


Figura 52: Menu de escolha de atividades, menu atividades selecionadas e registo de desempenho do aluno, interface utilizador-educador/tutor

Fazendo uma análise comparativa entre as características e funcionalidades do LEMA e os princípios orientadores do GAIA apresentados por Britto e Pizzolato (2016), a Tabela 84 enumera brevemente as características incorporadas no LEMA, ilustrando a sua associação correspondente aos princípios do GAIA.



**Tabela 85: Principais características do LEMA em conformidade com o GAIA, Britto e Pizzolato, 2016**

Características críticas de design da interface de utilizador incorporados no LEMA		Princípios propostos por Britto e Pizzolato (2016)																			
		G1				G2				G3				G4				G5			
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	6.1	7.1
Estrutura principal das interfaces	Interfaces limpa com cores suaves	✓																			
	Interfaces simples e consistentes com poucos elementos									✓										✓	
	Evita a utilização de elementos distratores ou que interfiram com o foco e atenção e sons explosivos								✓									✓			
	Utiliza botões e ícones grandes, e contraste entre fonte-fundo	✓																		✓	
	Fornece informações em múltiplas representações, tais como, texto, imagem, áudio e vídeo de acordo com as preferências individuais do utilizador					✓															
	Se o utilizador falhar a resposta correta mais de 3 vezes, pode optar por repetir a atividade ou ver a solução da atividade																				✓
	O utilizador é quem tem o controlo sobre a navegação e o tempo para executar uma tarefa																			✓	
	Fornece <i>feedback</i> dinâmico à execução das atividades																		✓	✓	
	Utiliza linguagem visual e textual simples	✓										✓									
Requisitos funcionais das atividades de aprendizagem matemática	Fornece instruções e orientações claras sobre as atividades											✓								✓	
	Fornece instruções apropriadas para interagir com elementos da interface											✓									

Tabela 85: Continuação

Características críticas de design da interface de utilizador incorporados no LEMA		Princípios propostos por Britto e Pizzolato (2016)																			
		G1				G2				G3				G4				G5			
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	6.1	7.1
Requisitos funcionais das atividades de aprendizagem matemática																					
	Fornecer informações em múltiplas representações, tais como, texto, imagem, áudio e vídeo para o melhor compreensão do conteúdo e do vocabulário, ajudando também os utilizadores a concentrarem-se no conteúdo													✓			✓				
	Incorpora os interesses especiais das crianças nos enunciados dos problemas de matemática																				
	Fornecer exemplos da vida quotidiana				✓																
	Fornecer instruções úteis em áudio, incluindo definições de conceito, e há <i>feedback</i> audível quando o utilizador faz uma ação e para cada atividade é apresentada sua solução realizada por <i>voice over</i>														✓						
	Fornecer <i>feedback</i> visual: cada objeto selecionado no ambiente de atividade, aparece com um contorno extra para fornecer maior visibilidade ao objeto																		✓	✓	
	Fornecer instruções úteis, incluindo definições de conceitos, usando marcas para facilitar a leitura			✓																	
	Fornecer vários tipos de estruturas de <i>feedback</i> (reforço, explicações e pistas de instrução)																		✓		✓
	Disponível para dispositivos móveis promovendo interações em ecrãs sensíveis ao toque																				✓

Como pode ser observado na Tabela 85, existe uma ampla conformidade entre os princípios do GAIA apresentados por Britto e Pizzolato (2016) e as características do *design* da interface do utilizador incorporadas no LEMA, o que significa que o LEMA foi especificado e desenvolvido com características únicas de design para alunos com PEA, bem como, os requisitos funcionais e estratégias adotadas na conceção e implementação das atividades matemáticas vão ao encontro das especificidades destes alunos para o desenvolvimento de capacidades matemáticas .



## **CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES**

Neste último capítulo pretende-se apresentar as principais conclusões deste estudo, com base nos dados recolhidos e analisados e na reflexão feita considerando todo o processo de desenvolvimento, retomando as questões de investigação e os objetivos que orientaram a presente investigação. Ainda neste capítulo serão apresentadas as limitações com as quais nos deparamos ao longo do processo de realização desta investigação. Finalizando o capítulo, apresenta-se a descrição das perspetivas de trabalho futuro e das sugestões para a evolução do modelo e do ambiente digital LEMA, de modo a dar continuidade à investigação desenvolvida.

### **7.1 CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO**

A conceção, especificação e desenvolvimento de um protótipo de um ambiente digital para a aprendizagem matemática de crianças diagnosticadas com PEA com modalidades de adaptação dinâmica das atividades, tendo em conta o perfil do utilizador, foi o desafio a que nos propusemos, considerando a heterogeneidade que estas crianças apresentam, a acessibilidade, a flexibilidade, a facilidade de utilização e a atitude das crianças face à interação com o LEMA, bem como o desenvolvimento de capacidades matemáticas, nomeadamente o raciocínio matemático.

A pesquisa sobre estratégias para ensinar e aprender matemática usando as tecnologias digitais para apoiar as crianças com PEA no desenvolvimento do raciocínio matemático é algo a que não se tem prestado a devida atenção no contexto escolar e na comunidade científica, apesar das tecnologias digitais serem consideradas uma área de grande interesse para crianças com esta perturbação (Bouck et al., 2014; Brosnan et al., 2016; Gevarter et al., 2016; Knight et al., 2013).

Da investigação realizada fica a ideia de que se avançou na área na qual o estudo se debruçou, dado que a utilização das tecnologias digitais é de facto uma adjuvante e promotora do desenvolvimento do raciocínio matemático das crianças com PEA. O estudo da heterogeneidade e das especificidades das crianças com PEA revelou-se fundamental para apoiar o processo de especificação e desenvolvimento de ambientes digitais de apoio ao desenvolvimento do raciocínio matemático.

A realização desta investigação permitiu verificar, de um modo geral, a importância de iniciarmos o processo de desenvolvimento de um ambiente digital com a identificação e estudo das necessidades do seu público-alvo e, pela especificação das características e requisitos a serem implementados no protótipo a desenvolver, como também, apresentar cada resultado aos

utilizadores-finais e secundários, a fim de corrigir possíveis equívocos e inconsistências de uma forma oportuna e eficiente, de modo a sustentar a implementação de estratégias flexíveis à heterogeneidade de utilizadores com PEA.

Neste contexto, a realização desta investigação teve como propósito dar resposta à seguinte questão de partida: **Quais as potencialidades de um ambiente digital de aprendizagem matemática, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades ao perfil do utilizador, promover o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA?** De modo a respondermos esta questão de investigação, deparamo-nos com algumas preocupações em torno desta, que nos levam a considerar um leque de quatro questões específicas de investigação.

O conjunto multidisciplinar de metodologias adotadas nesta investigação serviu como pilar de orientação para recolha de dados que permitiu conceptualizar e desenvolver um protótipo para apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA e, deste modo, dar resposta às questões específicas de investigação.

Neste sentido, apresenta-se uma síntese das principais conclusões da investigação realizada, por relação com cada uma das seguintes questões específicas:

- [1] Que estratégias de ensino devem ser usadas para o desenvolvimento do raciocínio matemático?
- [2] Que características deve possuir um ambiente digital de aprendizagem matemática, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades, para a promoção de capacidades matemáticas em públicos específicos?
- [3] Que critérios adotar nos processos de flexibilização e adaptação de ambientes digitais centrados nas especificidades de utilizadores com PEA, capazes de promover o desenvolvimento do raciocínio matemático?
- [4] Qual o impacto da utilização de um ambiente digital que contemple atividades interativas, estruturadas e adaptadas a estilos de aprendizagem diferenciados para o desenvolvimento de capacidades de raciocínio matemático e otimização do processo de ensino e de aprendizagem de crianças com PEA?

Na primeira questão específica de investigação pretendia-se conhecer, identificar e analisar as estratégias de ensino promotoras do desenvolvimento do raciocínio matemático, tendo como foco crianças/jovens com PEA.

A investigação realizada possibilitou identificar a utilização das tecnologias digitais como uma estratégia de ensino e de aprendizagem promotora do desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças com PEA com impacto positivo no desempenho matemático das crianças com esta perturbação, tal como mencionaram os autores Chabani e Hommel, (2014), e, Useche (2013). A validação do protótipo permitiu validar a adaptabilidade das estratégias implementadas, com base na revisão de literatura e tendo em conta os perfis funcionais dos alunos. As estratégias

assentam na utilização de *feedbacks* frequentes e na utilização de instrução sistemática de forma a orientar e reforçar o raciocínio e a comunicação matemáticos. Foram, ainda, utilizados: elementos visuais específicos, intimamente relacionados com as atividades, por forma a desenvolver o pensamento visual; partições de problemas complexos em tarefas mais simples (passo-a-passo); vários estilos de apresentação dos conteúdos; instruções explícitas, claras, sem restrições de expressões e sem ambiguidades; opções de reescrita de enunciados; pistas de resolução das atividades; e soluções guiadas das atividades.

Na segunda e terceira questões específicas de investigação pretendia-se identificar e analisar as características que um ambiente digital de aprendizagem matemática, com modalidades de adaptação dinâmica das atividades, devia possuir para a promoção do raciocínio matemático. Com estas questões pretendia-se ainda conhecer os critérios a adotar nos processos de flexibilização e adaptação de ambientes digitais centrados nas especificidades de utilizadores com PEA, de forma a propor um modelo centrado nas especificidades destes utilizadores que promovesse o desenvolvimento de capacidades matemáticas.

A investigação realizada conduziu à especificação de um modelo conceptual, adaptado às especificidades dos utilizadores com PEA que foi operacionalizado num protótipo que sofreu vários reajustes ao longo de todo o processo de prototipagem e desenvolvimento. Esta investigação permitiu validar os princípios orientadores definidos para o protótipo e constatar a importância da observação das recomendações (Banire et al., 2015; Britto & Pizzolato, 2016; Darejeh & Singh, 2013; Mintz, 2013; Munoz, Barcelos, Villarroel, & Silveira, 2016; Pavlov, 2014; Putnam & Chong, 2008; Ramdoss et al., 2011; Wainer & Ingersoll, 2011) e dos requisitos no processo de especificação e desenvolvimento de ambientes digitais para apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças com PEA. Desta forma, concluímos que os ambientes digitais impulsionadores da aprendizagem matemática para este público-alvo devem possuir as seguintes características: integrar interfaces simples com poucos elementos; apresentar apenas os recursos e os conteúdos necessários para a execução de uma dada atividade; evitar o uso de elementos que distraiam ou interfiram com foco e atenção; fornecer instruções claras e orientação sobre as atividades (verbais, visuais e escritas) para facilitar a compreensão do utilizador sobre o conteúdo, a fim de estimular, motivar e envolver o utilizador na aprendizagem matemática; usar botões, ícones familiares e contraste entre fonte e fundo; usar uma linguagem visual e textual simples; fornecer opções para escolha personalizada das atividades matemáticas, de acordo com o perfil do utilizador; fornecer informações em múltiplas representações, como texto, vídeo, áudio e imagem para melhor compreensão do vocabulário, além de ajudar os utilizador a se concentrarem no conteúdo; fornecer *feedbacks* de reforço para confirmar as ações corretas/incorrectas e *feedbacks* tutoriais contendo dicas com instruções úteis, incluindo definições de conceitos matemáticos inerentes a cada atividade, a partição de atividades que

envolvam mais do que dois passos para a sua resolução em tarefas de passo a passo, levando a uma maior concentração por parte das crianças com PEA nos detalhes intrínsecos à resolução do problema (Iuculano et al., 2014), e, o uso de vídeos / animações que mostram uma solução de uma atividade proposta. Igualmente a repetição das atividades foi vista como uma estratégia eficaz na consolidação das aprendizagens matemáticas, uma vez que o protótipo desenvolvido apenas permite que se avance para a atividade seguinte quando as aprendizagens intrínsecas a uma atividade estiverem consolidadas.

Esta investigação permitiu ainda averiguar a importância da seleção personalizada e personalização das atividades e registo do desempenho de cada utilizador nos processos de flexibilização e adaptação de ambientes digitais centrados nas especificidades de utilizadores com PEA e capazes de promover o desenvolvimento do raciocínio matemático, dada a heterogeneidade do perfil de funcionalidade destes utilizadores. Tal como mencionado por Pavlov (2014) a personalização de um ambiente de aprendizagem digital constitui uma componente chave para o seu sucesso na interação de uma aplicação com um utilizador com PEA, uma vez que os indivíduos com PEA abrangem um espectro de sintomas variado de acordo com um grau de gravidade, preferências e necessidades específicas, sendo necessário adaptar as atividades matemáticas ao perfil funcional de cada um.

Relativamente à quarta e última questão específica de investigação, pretendia-se conhecer o impacto da utilização do LEMA no desenvolvimento de capacidades de raciocínio matemático e na otimização do processo de ensino e de aprendizagem da matemática dos alunos com PEA.

O processo de especificação, prototipagem, desenvolvimento, reajuste e teste do protótipo permitiu verificar a relevância da especificação e desenvolvimento de ambientes digitais com modalidades de adaptação das atividades, flexíveis e adaptados às especificidades dos alunos com PEA. Os resultados obtidos durante a fase de teste do protótipo com utilizadores finais e secundários (professores especialistas nas PEA) permitiram verificar que o ambiente digital LEMA poderá constituir um importante instrumento de apoio à promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático das crianças com PEA. Desta forma, podemos concluir que os dados recolhidos são indicadores que o protótipo desenvolvido se adequa às particularidades das crianças com PEA e apresenta níveis bastante satisfatórios de usabilidade, adequação científica-pedagógica, adaptação e flexibilidade das atividades matemáticas propostas.

De acordo com os professores que participaram nas sessões de teste e avaliação inicial do protótipo, e, dos formandos que participaram nas ações de formação, podemos afirmar que o protótipo desenvolvido poderá não só promover o desenvolvimento de capacidades matemáticas ao nível do raciocínio matemático em geometria, mas também promover a construção do conhecimento e envolvimento com o mundo real de forma mais autónoma e confiante, promovendo o



desenvolvimento de diversas competências nos alunos (desenvolvimento cognitivo, linguagem, leitura, planeamento, memorização, gerir emoções face ao *feedback*, resolver problemas matemáticos, promover a atenção/concentração, a interação entre pares), bem como, proporcionando a seleção de atividade adequadas e diferenciadas tendo em conta as competências e o perfil de funcionalidade de cada criança.

O estudo e caracterização das crianças com PEA e a pesquisa sobre estratégias para ensinar e aprender matemática usando as tecnologias digitais para apoiar as crianças com PEA na compreensão da matemática e na resolução de problemas matemáticos revelou-se um importante contributo, dado que os alunos que participaram neste estudo melhoraram os seus desempenhos ao nível do raciocínio matemático ao interagir com o LEMA, ressaltando que o tempo decorrido entre o estudo preliminar realizado e a avaliação inicial do protótipo pode ter influenciado os resultados obtidos.

Em síntese, a investigação realizada possibilitou verificar que a utilização de ambientes digitais com modalidades de adaptação dinâmica das atividades ao perfil do utilizador de apoio ao desenvolvimento do raciocínio matemático poderá contribuir para a premissa de uma escola inclusiva, melhorar as capacidades matemáticas das crianças com PEA entre outras competências funcionais, bem como preparar a transição destas crianças para uma vida ativa e para a sua inclusão na sociedade.

## **7.2 LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO E DIFICULDADES ENCONTRADAS**

Apresentadas as principais conclusões da investigação realizada, importa realizar uma reflexão e identificar as limitações com as quais nos deparamos ao longo do processo de realização desta investigação.

Ao longo dos quatro anos que foram necessários para a realização desta investigação importa referir as várias limitações inerentes à própria investigação, assim como todas as outras que, não estando diretamente afetas ao trabalho, influenciaram o seu desenvolvimento.

Dada a heterogeneidade que tipicamente se manifesta em crianças com PEA e as opções metodológicas que enquadraram a presente investigação, considera-se que a generalização dos resultados obtidos durante as sessões de teste com o protótipo deve ser feita com bastante cautela, ainda que se tenha procurado testar o protótipo desenvolvido com 4 utilizadores-finais selecionados para este estudo e com os formandos que participaram nas ações de formação dinamizadas que, por sua vez, testaram com os alunos com PEA que acompanham nas suas práticas letivas.

Uma das grandes limitações encontradas no decorrer desta investigação recai sobre o espaço temporal que no nosso entender foi considerado longo entre o estudo preliminar realizado e as sessões de teste e avaliação inicial do LEMA e entre estas e a dinamização das ações de formação, devido a alguma morosidade no processo de implementação técnica do protótipo.

Parte da investigação foi realizada sem apoio financeiro, o que por vezes dificultou o desenvolvimento das tarefas inerentes à prossecução do trabalho da investigação a desenvolver, sendo que foi necessário estabelecer limites com vista ao cumprimento dos prazos impostos. As dificuldades temporais e financeiras impediram uma maior robustez dos resultados obtidos já que era nossa intenção imperativa fazer o estudo do impacto longitudinal da terceira versão do protótipo do LEMA com outro grupo de crianças com PEA, a fim de avaliar efetivamente o impacto do protótipo desenvolvido no processo de ensino e de aprendizagem da matemática e, particularmente, no desenvolvimento do raciocínio matemático das crianças com esta perturbação.

Cientes de todas as dificuldades inerentes a todo o processo que conduziu a esta investigação, consideramos ter concretizado os objetivos a que nos propusemos que como qualquer investigação, não deixa de ser um produto inacabado com a possibilidade de mais aprofundamento e desenvolvimento.

### **7.3 PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO E SUGESTÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS**

A continuidade da investigação realizada perspetiva-se no sentido do enquadramento do LEMA como uma poderosa ferramenta de aprendizagem que garanta acesso e equidade ao processo de ensino e de aprendizagem da matemática e que este possa apoiar professores e educadores, promovendo novas oportunidades e estratégias educacionais para a melhoria das capacidades matemáticas em crianças com PEA.

Da mesma forma perspetiva-se que esta investigação possa ser alargada a outras áreas disciplinares do processo de ensino e de aprendizagem das crianças com PEA, partindo do protótipo desenvolvido e testado por utilizadores-finais e secundários.

Sublinha-se, em primeiro lugar, a importância de realizar, futuramente, estudos longitudinais que permitam o acompanhamento progressivo das crianças com PEA na utilização da terceira versão do LEMA, no sentido de se realizar um estudo mais aprofundado sobre o impacto da utilização do LEMA nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática das crianças com PEA.

Tal como propõe Pavlov (2014) a adaptabilidade de um ambiente de aprendizagem digital constitui uma componente chave para o seu sucesso na interação com um utilizador com PEA. Consideramos que para além da seleção personalizada das atividades, é fundamental que o protótipo desenvolvido permita que o utilizador-educador crie novas atividades através de *templates* disponibilizados de modo a que estes sejam personalizáveis tendo em conta o perfil de cada utilizador, como também, seria desejável que o sistema permitisse a personalização do *feedback* de reforço de acordo com o interesse específico de cada criança. Estas funcionalidades poderão levar a que o protótipo do ambiente digital desenvolvido seja mais facilmente ajustado às especificidades das crianças com PEA.

Considerando os resultados obtidos na investigação desenvolvida, destaca-se a importância de se incorporar mais atividades da vida quotidiana no sentido de desenvolver competências funcionais essenciais para o sucesso educacional e profissional, bem como, para resolver os seus problemas da vida real (Bae et al., 2015; Iuculano et al., 2014). Considera-se ainda indispensável que o protótipo desenvolvido reveja a incorporação de objetos 3D, dado que estes potenciam e revelam-se profícuos no desenvolvimento do raciocínio geométrico, tal como propõe Chabani e Hommel (2014). É neste contexto que importa observar o papel dos objetos 3D em comparação com objetos 2D presentes nas atividades implementadas no LEMA, no sentido de contribuir para um efetivo desenvolvimento do raciocínio geométrico das crianças com PEA.

Como estas crianças podem experienciar pouca tolerância sensorial e podem ter uma capacidade motora comprometida, entende-se ainda que a evolução do protótipo deverá prever a integração de *Kinect* como funcionalidade de apoio e suporte à interação nomeadamente, para aquelas crianças que têm falta de coordenação motora. A tecnologia *Kinect* possui potencial no apoio ao desenvolvimento de diferentes capacidades em crianças com PEA. Entre outras, permite que trabalhem em equipas, facilitando a cooperação entre crianças, promovendo um desenvolvimento gradual da sua expressão oral, chegando ao ponto em que podem dar instruções básicas um ao outro. Além disso, os dispositivos de interação baseados em *Kinect* podem ser usados para reabilitar o equilíbrio, capacidades motoras, aumentar a autonomia e a cidadania dentro e fora das situações escolares. A incorporação deste tipo de soluções no LEMA poderá aumentar os resultados e motivar o utilizador para a aprendizagem matemática, garantindo uma maior capacidade de atenção nas atividades (Altanis, Boloudakis, Retalis, & Nikou, 2013; Boutsika, 2013; Chen, 2012b; Postawka, 2016).

Entende-se ainda que o protótipo desenvolvido deveria contemplar atividades colaborativas a fim de desenvolver soluções de apoio ao suporte à comunicação e à interação entre crianças com/sem PEA, com vista a melhorar de certa forma o défice na interação social que as crianças com PEA apresentam.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abrantes, P., Serrazina, L. & Oliveira, I. (1999). *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: ME/DEB.
- Alderson-Day, B., & McGonigle-Chalmers, M. (2011). Is it a bird? Is it a plane? Category use in problem-solving in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(5), 555–565. <http://doi.org/10.1007/s10803-010-1077-9>
- Alexandre, D., & Tavares, J. (2007). Factores da Percepção Visual Humana na Visualização de Dados. *CMNE 2007-Congresso de Métodos ....* Retrieved from [http://luizrodrigues.com/artigos-tcc/Information Visualization/Percep%E7%E3o humana na infovis.pdf](http://luizrodrigues.com/artigos-tcc/Information%20Visualization/Percep%E7%E3o%20humana%20na%20infovis.pdf)
- Almeida, A. M. P. (2006). *Tecnologias da comunicação no apoio aos sujeitos com défice cognitivo*. Departamento de Comunicação e Arte. Aveiro: Tese de Doutoramento em Ciências e Tecnologia da Comunicação da Universidade de Aveiro.
- Altanis, G., Boloudakis, M., Retalis, S., & Nikou, N. (2013). Children with Motor Impairments Play a Kinect Learning Game: First Findings from a Pilot Case in an Authentic Classroom Environment. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, (19), 91–104.
- Amaral, D. G., Schumann, C. M., & Nordahl, C. W. (2008). Neuroanatomy of autism. *Trends in Neurosciences*, 31(3), 137–145. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2007.12.005>
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* ((4th Text). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association. <http://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Aparas, T. (2008). *Sono-vigília em crianças com e sem perturbações do espectro do autismo*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/handle/10773/1028>
- Araújo, J. (2008). *As perturbações do espectro do autismo na região autónoma da Madeira*. Dissertação de Mestrado em Fala e Audição da Universidade de Aveiro. Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1984>
- Araújo, J. I. R. (2008). *As Perturbações do Espectro do Autismo na Região Autónoma da Madeira*. Dissertação de Mestrado em Fala e Audição da Universidade de Aveiro. Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1984>
- Assouline, S. G., Foley Nicpon, M., & Dockery, L. (2012). Predicting the Academic Achievement of Gifted Students with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(9), 1781–1789. <http://doi.org/10.1007/s10803-011-1403-x>
- Bae, Y. S., Chiang, H.-M., & Hickson, L. (2015). Mathematical Word Problem Solving Ability of Children with Autism Spectrum Disorder and their Typically Developing Peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(7), 2200–2208. <http://doi.org/10.1007/s10803-015-2387-8>
- Banire, B., Jomhari, N., & Ahmad, R. (2015). Visual Hybrid Development Learning System (VHDLs) Framework for Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(10), 3069–3084. <http://doi.org/10.1007/s10803-015-2469-7>

- Baron-Cohen, S. (2015). Autism, maths, and sex: the special triangle. *The Lancet Psychiatry*, 2(9), 790–791. [http://doi.org/10.1016/S2215-0366\(15\)00397-1](http://doi.org/10.1016/S2215-0366(15)00397-1)
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino - aprendizagem com modelagem matemática*.
- Battista, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 843–908). Charlotte, NC: Information Age.
- Becta, (British Educational Communications and Technology Agency). (2003). What the research says about ICT supporting special educational needs (SEN) and inclusion. Coventry: Becta.
- Bergman, E., & Johnson, E. (1995). Towards accessible human-computer interaction. *Towards in Human-Computer Interaction*. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=NbXD7KycfOkC&oi=fnd&pg=PA87&dq=Towards+accessible+human-computer+interaction&ots=YcP\\_b0cL4v&sig=y8VYcvq\\_C5S-hBKtwujZL6\\_QJXQ](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=NbXD7KycfOkC&oi=fnd&pg=PA87&dq=Towards+accessible+human-computer+interaction&ots=YcP_b0cL4v&sig=y8VYcvq_C5S-hBKtwujZL6_QJXQ)
- Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., & Timóteo, M. (2013). *Programa e Metas Curriculares. Matemática*.
- Bouck, E. C., Satsangi, R., Doughty, T. T., & Courtney, W. T. (2014). Virtual and concrete manipulatives: a comparison of approaches for solving mathematics problems for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(1), 180–93. <http://doi.org/10.1007/s10803-013-1863-2>
- Bougie, T. (2001). The Impact of New Technologies on the Quality of Life of Persons with Disabilities. Consultancy Report to the Committee of experts on the impact of new technologies on the quality of life of persons with disabilities. Report P-SG (99) 35.5, Council of Europe, Strasbourg.
- Boutsika, E. (2013). Kinect in education: A proposal for children with autism. *Procedia Computer Science*, 27(Dsai 2013), 123–129. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.015>
- Breda, A., Serrazina, L., Menezes, L., Sousa, H., & Oliveira, P. (2011). GEOMETRIA E MEDIDA NO ENSINO BÁSICO. Retrieved from [http://area.dgide.min-edu.pt/materiais\\_npmeb/070\\_Brochura\\_Geometria.pdf](http://area.dgide.min-edu.pt/materiais_npmeb/070_Brochura_Geometria.pdf)
- Britto, T. C. P., & Pizzolato, E. B. (2016). Towards Web Accessibility Guidelines for People With Autism Spectrum Disorder. In *ACHI 2016 : The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions* (pp. 138–144). <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4881.0321>
- Brosnan, M., Lewton, M., & Ashwin, C. (2016). Reasoning on the Autism Spectrum: A Dual Process Theory Account. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(6), 2115–2125. <http://doi.org/10.1007/s10803-016-2742-4>
- Burton, C., Anderson, D., Prater, M., & Dyches, T. (2013). Video Self-Modeling on an iPad to Teach Functional Math Skills to Adolescents With Autism and Intellectual Disability. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*. Retrieved from <http://foa.sagepub.com/content/early/2013/03/04/1088357613478829.abstract>
- Cain, D., & Seeman, J. (2002). *Humanistic psychotherapies: Handbook of research and practice*. (D. J. Cain, Ed.). Washington: American Psychological Association. <http://doi.org/10.1037/10439-000>
- Campos, P., Fonseca, M., & Gonçalves, D. (2012). *Introdução ao Design de Interfaces*. FCA.
- Cankaya, S., & Kuzu, A. (2010). Investigating the characteristics of educational computer games developed for children with autism: a project proposal. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9(2010), 825–830. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.242>
- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação*. Lisboa: Universidade Aberta.

- Chabani, E., & Hommel, B. (2014). Visuospatial processing in children with autism: No evidence for (training-resistant) abnormalities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(9), 2230–2243. <http://doi.org/10.1007/s10803-014-2107-9>
- Chang, K.-E., Wu, L.-J., Lai, S.-C., & Sung, Y.-T. (2014a). Using mobile devices to enhance the interactive learning for spatial geometry. *Interactive Learning Environments*, 23(1), 1–19. <http://doi.org/10.1080/10494820.2014.948458>
- Chang, K.-E., Wu, L.-J., Lai, S.-C., & Sung, Y.-T. (2014b). Using mobile devices to enhance the interactive learning for spatial geometry. *Interactive Learning Environments*, 1–19. <http://doi.org/10.1080/10494820.2014.948458>
- Chen, W. (2012a). Multitouch Tabletop Technology for People with Autism Spectrum Disorder: A Review of the Literature. *Procedia Computer Science*, 14(1877), 198–207. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.023>
- Chen, W. (2012b). Multitouch Tabletop Technology for People with Autism Spectrum Disorder: A Review of the Literature. *Procedia Computer Science*, 14(1877), 198–207. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.023>
- Chiang, H., & Lin, Y. (2007). Mathematical ability of students with Asperger syndrome and high-functioning autism A review of literature. *Autism*, 11(6), 547–56. <http://doi.org/10.1177/1362361307083259>
- Colby, K. M. (1973). The rationale for computer-based treatment of language difficulties in nonspeaking autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 3(3), 254–60. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01538283#page-1>
- Costa, C. (2000). Visualização , veículo para a educação em geometria. In M. J. Saraiva, M. I. C. Coelho, & J. M. Matosd (Eds.), *Ensino e aprendizagem da geometria* (pp. 157–184). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação e Matemática.,
- Costa, M. (2005). *Modelo do pensamento visual-espacial: transformações geométricas no início da escolaridade. Dimension Contemporary German Arts And Letters*. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Coutinho, C. (2006). Aspectos metodológicos da investigação em tecnologia educativa em Portugal (1985-2000), 1–12. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6497>
- Coutinho, C. P. (2013). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª Edição). Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia Educação E Cultura*, XIII(2), 455–479. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10148>
- Darejeh, A., & Singh, D. (2013). A review on user interface design principles to increase software usability for users with less computer literacy. *Journal of Computer Science*, 9(11), 1443–1450. <http://doi.org/10.3844/jcssp.2013.1443.1450>
- De Almeida, L. M. W., & Da Silva, H. C. (2015). A matematização em atividades de modelagem matemática. *Alexandria: Revista de Educação Em Ciência E Tecnologia*, 8(3), 207. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p207>
- Delmolino, L., Hansford, A. P., Bamond, M. J., Fiske, K. E., & LaRue, R. H. (2013). The use of instructive feedback for teaching language skills to children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(6), 648–661. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.02.015>
- DfES. (2001). *The daily mathematics lesson: Guidance to support pupils with autistic spectrum disorders*. (Department for Education and Skills, Ed.), *Department for Education and Skills*. Retrieved from [https://mathsteachers.files.wordpress.com/2014/09/autism\\_leaflet.pdf](https://mathsteachers.files.wordpress.com/2014/09/autism_leaflet.pdf)

- Dixon, M. R., Belisle, J., Stanley, C. R., Daar, J. H., & Williams, L. A. (2016). Derived Equivalence Relations of Geometry Skills in Students with Autism: an Application of the PEAK-E Curriculum. *The Analysis of Verbal Behavior*, 32(1), 38–45. <http://doi.org/10.1007/s40616-016-0051-9>
- Donaldson, J., & Koffler, M. (2010). Mathematics Interventions for Students With High Functioning Autism/Asperger's Syndrome. *Teaching Exceptional Children*. Retrieved from <http://cec.metapress.com/index/J6257Q6Q6549Q381.pdf>
- Donaldson, J., & Zager, D. (2010). Mathematics interventions for students with high functioning autism/ asperger's syndrome. *Teaching Exceptional Children*, 42(6), 40–46. <http://doi.org/10.1177/004005991004200605>
- DSM-IV-TR. (2002). *Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais*. Lisboa: Climepsi Editores (trad. port.).
- Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y. J., Kim, Y. S., Kauchali, S., Marcín, C., ... Fombonne, E. (2012). Global Prevalence of Autism and Other Pervasive Developmental Disorders. *Autism Research*, 5(3), 160–179. <http://doi.org/10.1002/aur.239>
- Fisch, S., Lesh, R., & Motoki, E. (2011). Children's Mathematical Reasoning in Online Games: Can Data Mining Reveal Strategic Thinking? *Child Development* .... Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-8606.2011.00161.x/full>
- Flores, C. R., Wagner, D. R., & Buratto, I. C. F. (2012). Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. *Educação Matemática E Pesquisa*, 14(1), 31–45. Retrieved from <http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/8008/6827>
- Fombonne, E. (2009). Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric Research*. Retrieved from <http://www.nature.com/pr/journal/v65/n6/abs/pr2009131a.html>
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3–16. Retrieved from [http://proxy.furb.br/ojs\\_teste/index.php/modelling/article/view/2895](http://proxy.furb.br/ojs_teste/index.php/modelling/article/view/2895)
- Gevarter, C., Bryant, D. P., Bryant, B., Watkins, L., Zamora, C., & Sammarco, N. (2016). Mathematics Interventions for Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 3(3), 224–238. <http://doi.org/10.1007/s40489-016-0078-9>
- Goldsmith, T., & LeBlanc, L. (2004). Use of Technology in Interventions for Children with Autism. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 1(2), 166–178. <http://doi.org/10.2989/1814232X.2011.572353>
- Gomes, A. N., & Silva, C. B. da. (n.d.). Software Educativo para Crianças Autistas de Nível Severo. *4º Congresso Internacional de Pesquisa Em Design: Brasil*.
- Gonzato, M., Fernández Blanco, M. T., & D. Godino, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números. Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 77, 99–117. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=3781377%5Cnhttp://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3781377&orden=325240&info=link>
- Green, A. E., Kenworthy, L., Mosner, M. G., Gallagher, N. M., Fearon, E. W., Balhana, C. D., & Yerys, B. E. (2014). Abstract Analogical Reasoning in High-Functioning Children with Autism Spectrum Disorders. *Autism Research*, 7(6), 677–686. <http://doi.org/10.1002/aur.1411>
- Greis, L. C. S., & Raposo, A. B. (2013). Metáforas de Perspectivas Culturais na (re) definição de padrões de colaboração de um jogo de multi-toque para usuários com autismo, 5138, 112–121. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2577101.2577126>
- Griswold, D. E., Barnhill, G. P., Myles, B. S., Hagiwara, T., & Simpson, R. L. (2002). Asperger



- Syndrome and Academic Achievement. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 17(2), 94–102. <http://doi.org/10.1177/10883576020170020401>
- Happé, F., & Frith, U. (2006). The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5–25. <http://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>
- Howlin, P. (2005). *Outcomes in autism spectrum disorders. Handbook of autism and pervasive developmental disorders, vol. 1: Diagnosis, development, neurobiology, and behavior* (Third Edit). <http://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4614-3253-1>
- Howlin, P., Goode, S., Hutton, J., & Rutter, M. (2009). Savant skills in autism: psychometric approaches and parental reports. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 364(1522), 1359–1367. <http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0328>
- Howse, T. D., & Howse, M. E. (2014). Linking the Van Hiele theory to instruction. *Teaching Children Mathematics*, 21(5), 305–313. Retrieved from <http://www.nctm.org/Publications/teaching-children-mathematics/2014/Vol21/Issue5/Linking-the-Van-Hiele-Theory-to-Instruction/>
- Hulusic, V., & Pistoljevic, N. (2012). “LeFCA”: Learning framework for children with autism. *4th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, 15(0), 4–16. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.052>
- Iuculano, T., Rosenberg-Lee, M., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Phillips, J., ... Menon, V. (2014). Brain organization underlying superior mathematical abilities in children with autism. *Biological Psychiatry*, 75(3), 223–30. <http://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.06.018>
- Janela, M. (2012). *O (Novo) Programa de Matemática do Ensino Básico e o desenvolvimento do raciocínio geométrico no tópico Triângulos e quadriláteros Um estudo em turmas piloto do 7.º ano*. Universidade de Lisboa - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Jones, C. R. G., Happé, F., Golden, H., Marsden, A. J. S., Tregay, J., Simonoff, E., ... Charman, T. (2009). Reading and arithmetic in adolescents with autism spectrum disorders: Peaks and dips in attainment. *Neuropsychology*, 23(6), 718–728. <http://doi.org/10.1037/a0016360>
- Kagohara, D., Sigafoos, J., Achmadi, D., O'Reilly, M., & Lancioni, G. (2012). Teaching children with autism spectrum disorders to check the spelling of words. *Research in Autism Spectrum Disorders*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946711001085>
- Keen, D., Webster, A., & Ridley, G. (2015). How well are children with autism spectrum disorder doing academically at school? An overview of the literature. *Autism*. <http://doi.org/10.1177/1362361315580962>
- Khowaja, K., & Salim, S. S. (2013). A systematic review of strategies and computer-based intervention (CBI) for reading comprehension of children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(9), 1111–1121. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.05.009>
- King, S. A., Lemons, C. J., & Davidson, K. A. (2016). Math Interventions for Students With Autism Spectrum Disorder: A Best-Evidence Synthesis. *Exceptional Children*, 82(4), 443–462. <http://doi.org/10.1177/0014402915625066>
- Knight, V., McKissick, B. R., & Saunders, A. (2013). A review of technology-based interventions to teach academic skills to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(11), 2628–48. <http://doi.org/10.1007/s10803-013-1814-y>
- Lau, F.-K., Yuen, A. H. K., & Lian, J. M.-G. (2007). Adapted design of multimedia-facilitated language learning program for children with autism. *Psicologia Escolar E Educacional (Impresso)*, 11(spe), 13–26. <http://doi.org/10.1590/S1413-85572007000300002>
- Loureiro, C. (2009). Geometria no novo programa de matemática do ensino básico: Contributos para

- uma gestão curricular reflexiva. *Educação Matemática*, (105), 61–66. Retrieved from [http://www.apm.pt/files/\\_EM105\\_pp061-066\\_lq\\_4ba2b378bd03e.pdf](http://www.apm.pt/files/_EM105_pp061-066_lq_4ba2b378bd03e.pdf)
- Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2016). An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. *Computers in Human Behavior*, 1–15. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>
- Malley, P. O., Ph, D., Lewis, M. E. B., Ed, D., Donehower, C., & Ed, M. S. (2013). Using Tablet Computers as Instructional Tools to Increase Task Completion by Students with Autism Using Tablet Computers as Instructional Tools to Increase Task Completion by Students with Autism, (April).
- ME-DEB. (2001). Currículo nacional do ensino básico. Competências essenciais, 57–71.
- Meiselwitz, G., Wentz, B., & Lazar, J. (2009). Universal Usability: Past, Present, and Future. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 3(4), 213–333. <http://doi.org/10.1561/11000000029>
- Meisibov, G. (2006). Estilos de Aprendizagem de Alunos com Autismo. Universidade da Carolina do Norte.
- Mello, A. (2005). Autismo: guia prático. *Http:// Www. Ama. Org. Br*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Autismo+Guia+Prático#0>
- Meyer, J. A., & Minshew, N. J. (2002). An Update on Neurocognitive Profiles in Asperger Syndrome and High-Functioning Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 17(3), 152–160. <http://doi.org/10.1177/10883576020170030501>
- Minshew, N. J., Meyer, J., & Goldstein, G. (2002). Abstract reasoning in autism: A disassociation between concept formation and concept identification. *Neuropsychology*, 16(3), 327–334. <http://doi.org/10.1037//0894-4105.16.3.327>
- Mintz, J. (2013). Additional key factors mediating the use of a mobile technology tool designed to develop social and life skills in children with Autism Spectrum Disorders: Evaluation of the 2nd HANDS prototype. *Computers & Education*, 63(2013), 17–27. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.006>
- Mintz, J., Branch, C., March, C., & Lerman, S. (2012). Key factors mediating the use of a mobile technology tool designed to develop social and life skills in children with Autistic Spectrum Disorders. *Computers & Education*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511001710>
- Morais, C. (2004). Competências matemáticas: Interpretação por professores do Ensino Básico. In A. Borralho, C. Monteiro, & R. Espadeiro (Eds.), *A Matemática na Formação de Professores* (pp. 197–212). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação- Secção de Educação Matemática.
- Morgenlander, M. (2015). 6 Key Digital Design Elements for Social Skills Learning Aimed at Children with ASD. Retrieved February 7, 2017, from <http://interactable.tumblr.com/post/120047606903/6-key-digital-design-elements-for-social-skills>
- Morsanyi, K., & Holyoak, K. J. (2010). Analogical reasoning ability in autistic and typically developing children. *Developmental Science*, 13(4), 578–587. <http://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00915.x>
- Muñoz, R., Barcelos, T., Noe, L. R., & Kreisel, S. (2013). Development of software that supports the improvement of the empathy in children with autism spectrum disorder. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC*, 223–228. <http://doi.org/10.1109/SCCC.2012.33>

- Munoz, R., Barcelos, T. S., Villarroel, R., & Silveira, I. F. (2016). Game design workshop to develop computational thinking skills in teenagers with Autism Spectrum Disorders. In *2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (Vol. 2016–July, pp. 1–4). IEEE. <http://doi.org/10.1109/CISTI.2016.7521416>
- Myles, B. S., Barnhill, G. P., Hagiwara, T., Griswold, D. E., & Simpson, R. L. (2001). A Synthesis of Studies on the Intellectual , Academic , Social / Emotional and Sensory Characteristics of Children and Youth with Asperger Syndrome. *Education and Training in Mental Retardation and Develojnnental Disabilities*, 36(September), 304–311. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/279545129\\_A\\_synthesis\\_of\\_studies\\_on\\_the\\_intelle ctual\\_academic\\_socialemotional\\_and\\_sensory\\_characteristics\\_of\\_children\\_and\\_youth\\_with\\_Aasperger\\_syndrome](https://www.researchgate.net/publication/279545129_A_synthesis_of_studies_on_the_intelle ctual_academic_socialemotional_and_sensory_characteristics_of_children_and_youth_with_Aasperger_syndrome)
- National Council of Teachers of Mathematic. (2000). Principles and standards for school mathematics. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Principles+and+standards+for+school+mathematics#0>
- NCTM. (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM.
- Niss, M. (2003). Quantitative Literacy and Mathematical Competencies. *Quantitative Literacy Why Numeracy Matters for Schools and Colleges*, (Oecd 2000), 215–220. Retrieved from [http://www.maa.org/ql/pgs215\\_220.pdf](http://www.maa.org/ql/pgs215_220.pdf)
- Niss, M. (2015). Mathematical Competencies and PISA. In *Assessing Mathematical Literacy* (pp. 35–55). Cham: Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7\\_2](http://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7_2)
- OECD. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework. OECD Report*. <http://doi.org/10.1787/9789264062658-en>
- OECD. (2012). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. OECD Report*. <http://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- OECD. (2015). *PISA 2015 Draft Mathematics Framework. OECD*.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (revised ed). Paris: OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Oliveira, G., Ataíde, A., Marques, C., Miguel, T. S., Coutinho, A. M., Mota-Vieira, L., ... Vicente, A. M. (2007, October). Epidemiology of autism spectrum disorder in Portugal: prevalence, clinical characterization, and medical conditions. *Developmental Medicine and Child Neurology*. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00726.x>
- Orrú, S. (2001). O autismo em pacientes psiquiátricos e a educação mediatizada. *Psicopedagogia*. Retrieved from <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=285>
- Oxland, K. (2004). *Gameplay and Design*. Pearson Addison Wesley.
- Ozier, L. (2013). Effective Teaching Strategies for Students with Autism, 1–19.
- Panyan, M. V. (1984). Computer technology for autistic students. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 14(4), 375–82. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6549182>
- Pavlov, N. (2014). User Interface for People with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Software Engineering & Applications*, 2014(February), 128–134. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19453116&AN=94783335&h=4IVo5OU96%2Bhk0cbqPOO1lqj9%2FWWpwxJxt79W771%2Fexgw%2B9J2MgKkdFFqfYYAt7mc45oJ1FcUZTgC95Xh3%2Bf%2Bg%3D%3D&crl=c>

- Peltenburg, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doig, B. (2009). Mathematical power of special-needs pupils: An ICT-based dynamic assessment format to reveal weak pupils' learning potential. *British Journal of Educational Technology*, 40(2), 273–284. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00917.x>
- Ponte, J. P., Mata-Pereira, J., & Henriques, A. C. (2012). O raciocínio matemático nos alunos do Ensino Básico e do Ensino Superior. *Praxis Educativa*, 7(2), 355–377. <http://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.7i2.0003>
- Ponte, J., Serrazina, M., Guimarães, H., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., ... Oliveira, P. (2007). Programa de matemática do ensino básico. Retrieved from <http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1155>
- Postawka, A. (2016). A Kinect-Based Support System for Children, 189–199. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-39384-1>
- Putnam, C., & Chong, L. (2008). Software and technologies designed for people with autism: what do users want? *Proceedings of the 10th International ACM ...*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1414475>
- Ramdoss, S., Mulloy, A., Lang, R., O'Reilly, M., Sigafoos, J., Lancioni, G., ... El Zein, F. (2011). Use of computer-based interventions to improve literacy skills in students with autism spectrum disorders: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(4), 1306–1318. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.03.004>
- Ribeiro, J., Almeida, A., & Moreira, A. (2011). Enabling students with SEN through the use of Digital Learning Resources: Guidelines on how to select, develop and use DLR with SEN. *Formatex.info*. Retrieved from <http://www.formatex.info/ict/book/180-189.pdf>
- Rice, C., & Rosanoff, M. (2013). Evaluating changes in the prevalence of the Autism Spectrum Disorders (ASDs). *Public Health Reviews*, 34(2), 1–22. Retrieved from [http://www.publichealthreviews.eu/upload/pdf\\_files/12/00\\_Rice.pdf](http://www.publichealthreviews.eu/upload/pdf_files/12/00_Rice.pdf)
- Richey, R. ., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in Higher Education*. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02961473>
- Rose, D., Meyer, A., Strangman, N., & Rappolt, G. (2002). *Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED466086>
- Rose, I., & Waite, L. (2012). Editorial and Commentary: Mediating disability in the digital era: disability, technology and equality. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 12(4), 189–191. <http://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2012.01259.x>
- Saebbe, P., & Mosvold, R. (2015). Asking productive mathematical questions in kindergarten Asking productive mathematical questions in kindergarten. In *Konrad Krainer; Nař da Vondrov' a. CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Feb 2015, Prague, Czech Republic. pp.1982-1988, Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathem.* Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01288499>
- Sandin, S., Lichtenstein, P., Kuja-Halkola, R., Larsson, H., Hultman, C. M., & Reichenberg, A. (2014). The familial risk of autism. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 311(17), 1770–7. <http://doi.org/10.1001/jama.2014.4144>
- Santos, Filipa; Romeiro, Helena; Sardinha, Susana; Cristino, C. (2013). *A Qualidade de Vida das Famílias com Crianças/Jovens com Perturbação do Espectro do Autismo a Residir no Distrito de Setúbal*. Retrieved from <http://www.fpda.pt/publicacoes>
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2015a). Brief Report: Preliminary Proposal of a

- Conceptual Model of a Digital Environment for Developing Mathematical Reasoning in Students with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(8), 2633–2640. <http://doi.org/10.1007/s10803-015-2414-9>
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2016). Learning Environment for Autism Spectrum Disorders. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion - DSAI 2016* (pp. 162–169). New York, New York, USA: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/3019943.3019967>
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2017). Design approach of mathematics learning activities in a digital environment for children with autism spectrum disorders. *Educational Technology Research and Development*, 65(5), 1305–1323. <http://doi.org/10.1007/s11423-017-9525-2>
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2014). ICT in the development of math reasoning of students with autism. In *Proceedings of Braga 2014 Embracing Inclusive Approaches for Children and Youth with Special Education Needs Conference* (pp. 451–456). Research Center on Education (CIEd)/Institute of Education University of Minho 4170-057 Braga, Portugal. Retrieved from <http://webs.ie.uminho.pt/e-book/>
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2015b). Ambiente Digital de Aprendizagem promotor do desenvolvimento do Raciocínio Matemático em alunos com Perturbações do Espectro do Autismo. In *IX Conferência Internacional de TIC na Educação – Challenges 2015 Meio Século de TIC na Educação* (pp. 854–865). Retrieved from [https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18147/1/atas\\_challenges\\_2015.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18147/1/atas_challenges_2015.pdf)
- Santos, M. I., Ribeiro, T., Breda, A., & Almeida, A. M. (2017). Redesigning LEMA: a web based classroom application to promote mathematical reasoning in autistic children. In *INTED2017 Proceedings* (pp. 8699–8706). <http://doi.org/10.21125/inted.2017.2063>
- Scott, F. J., & Baron-Cohen, S. (1996). Logical, analogical, and psychological reasoning in autism: A test of the Cosmides theory. *Development and Psychopathology*, 8(1), 235. <http://doi.org/10.1017/S0954579400007069>
- Seo, Y., & Woo, H. (2010). The identification, implementation, and evaluation of critical user interface design features of computer-assisted instruction programs in mathematics for students with. *Computers & Education*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510000369>
- Serrazina, L., & Oliveira, I. (2005). O currículo de Matemática do ensino básico sob o olhar da competência matemática. In *O professor e o desenvolvimento curricular*, ed. Grupo de Trabalho de Investigação-GTI (pp. 35–62). Lisboa: Associação de Professores de Matemática. Retrieved from [http://www.apm.pt/files/127552\\_gti2005\\_art\\_pp35-62\\_49c772282ed28.pdf](http://www.apm.pt/files/127552_gti2005_art_pp35-62_49c772282ed28.pdf)
- Shane, H. C., Laubscher, E. H., Schlosser, R. W., Flynn, S., Sorce, J. F., & Abramson, J. (2012). Applying technology to visually support language and communication in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1228–35. <http://doi.org/10.1007/s10803-011-1304-z>
- Siegel, D. J., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (1996). Designing instruction for the high-functioning autistic individual. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 8(1), 1–19. <http://doi.org/10.1007/BF02578436>
- Silva, M. L., Gonçalves, D., Guerreiro, T., & Silva, H. (2012). A web-based application to address individual interests of children with autism spectrum disorders. *Procedia Computer Science*, 14(2012), 20–27. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.003>
- Sitdhisanguan, K., Chotikakamthorn, N., Dechaboon, A., & Out, P. (2011). Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(2), 143–155. <http://doi.org/10.1007/s00779-011-0382-4>

- Smith, B., Spooner, F., & Wood, C. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7, 433–443. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946712001419>
- Soulières, I., Dawson, M., Samson, F., Barbeau, E. B., Sahyoun, C. P., Strangman, G. E., ... Mottron, L. (2009). Enhanced visual processing contributes to matrix reasoning in autism. *Human Brain Mapping*, 30(12), 4082–107. <http://doi.org/10.1002/hbm.20831>
- Souza, F. N. de, Costa, A., & Moreira, A. (2010). WebQDA: Software de apoio à análise qualitativa. *5ª Conferência Ibérica de Sistemas E ...*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:WebQDA:+Software+de+Apoio+à+Análise+Qualitativa#0>
- Souza, F. N. de, Costa, A. P., & Moreira, A. (2011). Questionamento no processo de análise de dados qualitativos com apoio do software WebQDA. *Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação*, 3(1), 19–30.
- Staricic, A. I., Cotic, M., & Zajc, M. (2013). Design-based research on the use of a tangible user interface for geometry teaching in an inclusive classroom. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), 729–744. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01341.x>
- Su, H. F. H. “Angie.” (2010). Using an Exploratory Approach to Help Children with Autism Learn Mathematics. *Creative Education*, 1(3), 149–153. <http://doi.org/10.4236/ce.2010.13023>
- Su, H., Lai, L., & Rivera, H. (2012). Effective Mathematics Strategies for Pre-School Children with Autism. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 17(2), 25–30. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ978137>
- Sula, A., Spaho, E., Matsuo, K., Barolli, L., Miho, R., & Xhafa, F. (2014). A Smart Environment and Heuristic Diagnostic Teaching Principle-Based System for Supporting Children with Autism during Learning. In *2014 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (pp. 31–36). IEEE. <http://doi.org/10.1109/WAINA.2014.14>
- Tomchek, S. D., & Dunn, W. (2007). Sensory processing in children with and without autism: a comparative study using the short sensory profile. *The American Journal of Occupational Therapy. : Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 61(2), 190–200. <http://doi.org/10.5014/ajot.61.2.190>
- Turato, E. (2003). *Tratado da metodologia da pesquisa clínico-qualitativa: construção teórico-epistemológica, discussão comparada e aplicação nas áreas da saúde e humanas*. Petrópolis: Vozes.
- Useche, O. (2013). Effectiveness of Technology in Improving Math Achievement Scores for Students with Autism Spectrum Disorder. In *9th Annual Graduate Research Forum at the University of Central Florida*. Educational Technology and Autism. Retrieved from [https://www.academia.edu/4814109/Effectiveness\\_of\\_Technology\\_in\\_Improving\\_Math\\_Achievement\\_Scores\\_for\\_Students\\_with\\_Autism\\_Spectrum\\_Disorder\\_ASD\\_-\\_A\\_Proposal](https://www.academia.edu/4814109/Effectiveness_of_Technology_in_Improving_Math_Achievement_Scores_for_Students_with_Autism_Spectrum_Disorder_ASD_-_A_Proposal)
- Wainer, A. L., & Ingersoll, B. R. (2011). The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(1), 96–107. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.08.002>
- Ware, C. (2012). *Information Visualization: Perception for Design*. Foundation for a Science of Data Visualization (Second edi). Morgan Kaufmann. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-381464-7.00001-6>
- Watkins, A. (2014). *Model Policy for Inclusive ICTs in Education for Persons with Disabilities*. UNESCO, 2014. Retrieved from <https://www.european->

- agency.org/sites/default/files/UNESCO-G3ict Model Policy on Inclusive ICTs for Education 4-2014.pdf
- Wei, X., Christiano, E. R., Yu, J. W., Wagner, M., & Spiker, D. (2015). Reading and math achievement profiles and longitudinal growth trajectories of children with an autism spectrum disorder. *Autism, 19*(2), 200–210. <http://doi.org/10.1177/1362361313516549>
- Weitlauf, A. S., Gotham, K. O., Vehorn, A. C., & Warren, Z. E. (2014). Brief Report : DSM-5 “Levels of Support :” A Comment on Discrepant Conceptualizations of Severity in ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 44*(2), 471–476. <http://doi.org/10.1007/s10803-013-1882-z>
- Whitby, P. J. (2012). The Effects of Solve It! on the Mathematical Word Problem Solving Ability of Adolescents With Autism Spectrum Disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 28*(2), 78–88. <http://doi.org/10.1177/1088357612468764>
- Whitby, P. J. S., & Mancil, G. R. (2009). Academic Achievement Profiles of Children with High Functioning Autism and Asperger Syndrome : A Review of the Literature, *44*(4), 551–560.
- Williams, P., & Nicholas, D. (2006). Testing the usability of information technology applications with learners with special educational needs (SEN). *Journal of Research in Special Educational Needs, 6*(1), 31–41. <http://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2006.00057.x>
- Yamada, T., Ohta, H., Watanabe, H., Kanai, C., Tani, M., Ohno, T., ... Hashimoto, R. (2012). Functional Alterations in Neural Substrates of Geometric Reasoning in Adults with High-Functioning Autism. *PLoS ONE, 7*(8), e43220. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0043220>
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods* (5ª Edição). Sage publications. Retrieved from [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=OgyqBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT243&dq=yin+study+case&ots=FbE2odi45j&sig=NVHt\\_Lm5sJwcLXTRLRaZdPAw8A0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=yin+study+case&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=OgyqBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT243&dq=yin+study+case&ots=FbE2odi45j&sig=NVHt_Lm5sJwcLXTRLRaZdPAw8A0&redir_esc=y#v=onepage&q=yin+study+case&f=false)
- Yıkımsı, A. (2016). Effectiveness of the Touch Math Technique in Teaching Basic Addition to Children with Autism. *Educational Sciences: Theory & Practice, 16*(3), 1005–1025. <http://doi.org/10.12738/estp.2016.3.2057>
- Yu-Kai, C. (2015). *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards* (2nd editio). Fremont: Octalysis Media. <http://doi.org/10.1128/AAC.03728-14>
- Zager, D. (2005). *Teaching students with autism spectrum disorder*.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps* (1st editio). O'Reilly Media, Inc.





## ANEXOS

---



**ANEXO 1 – ACREDITAÇÃO DA AÇÃO DE FORMAÇÃO - FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE DIGITAL DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA CRIANÇAS COM PEA: LEMA**

*Conselho Científico-Pedagógico  
da Formação Contínua*

Exmo/a. Senhor(a)

UNIVERSIDADE DE AVEIRO  
A/C Unidade Integrada de Formação Continuada  
(UINFOC) - Universidade de Aveiro

3810 193 AVEIRO

Sua referência	Nº do Processo	Nossa Referência	Data
		CCPFC/DC-1214/17	Braga, 13-02-2017

**Assunto: Acreditação de Acções de Formação**

Em referência ao assunto em epígrafe, informa-se V.Ex<sup>a</sup> que o Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua deferiu o pedido de acreditação da acção de formação 'Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA',

- Com alteração e/ou limitação dos destinatários para efeitos de progressão em carreira, face aos objectivos e conteúdos da acção.
- Com a alteração e/ou limitação dos destinatários para efeitos da aplicação dos 50% na dimensão científica e pedagógica, face aos objectivos e conteúdos da acção.

de acordo com o certificado que junto se envia.

Com os melhores cumprimentos

O Secretário do CCPFC



(Álvaro Santos)

P.F. Em caso de resposta fazer referência ao nosso ofício.  
Rua do Forno, nº30 - 1º andar, Apartado 2168 - 4700-429 BRAGA - Telf. 253 218214 - Fax 253 218215

*Conselho Científico-Pedagógico  
da Formação Contínua*

**CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO DE ACÇÃO**  
**MODALIDADE CURSO DE FORMAÇÃO**

Para os devidos efeitos se certifica que, ao abrigo do nº 1, do artigo 22º do Decreto-Lei nº22/2014, de 11 de Fevereiro (Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores), o Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua acreditou, em 30 de Janeiro de 2017, para a Entidade formadora

**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**

na modalidade **Curso de Formação** e nas condições expressas no presente Certificado, a acção de formação

**Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA**

Nº de horas de formação acreditadas: 12

Registo de acreditação: CCPFC/ACC-90003/17

Prazo de validade para efeitos de início da acção: até 30 de Janeiro de 2020

Mais se certifica que, para os efeitos previstos no nº 1 do artigo 8º, do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção releva para efeitos de progressão em carreira de Professores dos Grupos 110 e 230 e de Educação Especial.

Para efeitos de aplicação do artigo 9º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (dimensão científica e pedagógica), a presente acção releva para a progressão em carreira de Professores dos Grupos 110 e 230 e de Educação Especial.

Braga, 30 de Janeiro de 2017

O Secretário do CCPFC



(Álvaro Santos)

## APÊNDICES

---



## APÊNDICE 1 – CARTA AO AGRUPAMENTO DE ESCOLAS



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

Exma. Senhora Doutora [REDACTED]  
Diretora do Agrupamento de Escolas de [REDACTED]

**Assunto:** Pedido de autorização para a investigação, conducente a doutoramento, relacionada com a utilização das TIC no desenvolvimento do raciocínio matemático de alunos com PEA

Eu, Maria Isabel Gomes dos Santos, a frequentar o 2º ano do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, do Departamento Comunicação e Arte e Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, sob a orientação da Professora Doutora Ana Maria Reis d’Azevedo Breda e sob coorientação da Professora Doutora Ana Margarida Pisco Almeida, encontro-me a desenvolver um projeto de tese de doutoramento intitulado “As TIC no desenvolvimento de competências em Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA)”.

O objetivo desta investigação é criar e validar um modelo de um ambiente digital para a promoção e desenvolvimento de competências do raciocínio matemático em sujeitos com PEA, promovendo a sua transição para a vida ativa e inclusão na sociedade. A criação deste ambiente digital passa pelo estudo detalhado das necessidades e especificidades da população-alvo e avaliação das competências de raciocínio matemático dos alunos.

Considerando que o Agrupamento de Escolas que dirige tem o estatuto de “Escola de Referência para Educação de Alunos com Perturbações do Espectro do Autismo”, vimos solicitar a colaboração e a autorização de Vossa Excelência para desenvolvermos a nossa investigação com alguns dos alunos diagnosticados com essa problemática que se encontram a frequentar estabelecimentos de ensino da área de abrangência desse Agrupamentos, preferencialmente, no 1º Ciclo do Ensino Básico. As reuniões e as sessões periódicas com os alunos realizar-se-ão em datas e horas a acordar com V. Ex.<sup>a</sup>. e com os docentes, respeitando a disponibilidade por vós declarada.

Atendendo ao calendário estabelecido prevemos que a calendarização destas sessões ocorra em três fases: a primeira entre janeiro a março de 2014; a segunda entre setembro a dezembro de 2014; e a terceira entre março a maio de 2015.

Gostaríamos de salientar que toda a informação obtida será confidencial e mantida no anonimado e destinam-se exclusivamente para fins de investigação.

Também serão solicitados pedidos de autorização para o desenvolvimento deste projeto à Direção Regional de Educação do Centro e à Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular logo que tenhamos o vosso aval.

À consideração de V. Ex.<sup>a</sup>.

Com os melhores cumprimentos,  
Aveiro, 2 de outubro de 2013.

Maria Isabel Gomes dos Santos

Exma. Senhora Doutora [REDACTED]  
Diretora do Agrupamento de Escolas de [REDACTED]

Eu, Maria Isabel Gomes dos Santos, a frequentar o 3º ano do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, do Departamento Comunicação e Arte e Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, sob a orientação da Professora Doutora Ana Maria Reis d'Azevedo Breda e sob coorientação da Professora Doutora Ana Margarida Pisco Almeida, encontro-me a desenvolver um projeto de tese de doutoramento intitulado "As TIC no desenvolvimento de competências em Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA)".

O objetivo desta investigação é criar e validar um modelo de um ambiente digital para a promoção e desenvolvimento de competências do raciocínio matemático em sujeitos com PEA, promovendo a sua transição para a vida ativa e inclusão na sociedade.

No sentido de dar continuidade ao trabalho que está a ser desenvolvido no âmbito do meu doutoramento, venho por este meio informar que nos dias 08/06/2015 pelas 14h30m e 11/06/2015 pelas 16h irão ser realizadas sessões de aferição do protótipo do ambiente digital de aprendizagem LEMA e desta forma venho solicitar que disponibilizem uma sala para a realização das sessões com os alunos selecionados para o estudo.

Mais informo que já contactei as professoras Elza Lobo e Maria Pinheiro para o agendamento destas sessões de aferição do LEMA, tendo já o aval das mesmas. Relembro que em outubro/novembro de 2013 foi dada a autorização do vosso agrupamento para o desenvolvimento desta investigação com alguns dos vossos alunos com PEA, conducente a doutoramento, relacionada com a utilização das TIC no desenvolvimento do raciocínio matemático de alunos com PEA.

Subcrevo-me com a mais elevada consideração, agradecendo, desde já, a vossa atenção e disponibilidade para reservarem a sala.

Com os melhores cumprimentos,  
Isabel Santos



## **APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO**



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

Exmo(a) Senhor(a) Encarregado(a) de Educação

**Assunto:** Pedido de autorização para a investigação científica relacionado com a utilização das TIC no desenvolvimento do raciocínio matemático de alunos com PEA

Eu, Maria Isabel Gomes dos Santos, a frequentar o 2º ano do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, do Departamento Comunicação e Arte e Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, sob a orientação da Professora Doutora Ana Maria Reis d’Azevedo Breda e sob coorientação da Professora Doutora Ana Margarida Pisco Almeida, encontro-me a desenvolver um projeto de tese de doutoramento intitulado “As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências em Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA)”.

O objetivo desta investigação é criar e validar um modelo de um ambiente digital para a promoção e desenvolvimento de competências do raciocínio matemático em sujeitos com PEA, promovendo a sua transição para a vida ativa e inclusão na sociedade. A criação deste ambiente digital passa pelo estudo detalhado das necessidades e especificidades da população-alvo e avaliação das competências de raciocínio matemático dos alunos.

Após a conceção e implementação técnica do ambiente digital serão realizadas sessões periódicas com a participação direta de crianças com PEA e com os professores que com estas trabalham. Atendendo ao calendário estabelecido prevemos que a calendarização destas sessões ocorra em três fases: a primeira entre janeiro a março de 2014; a segunda entre setembro a dezembro de 2014; e a terceira entre março a maio de 2015.

Neste sentido, venho por este meio solicitar a colaboração e autorização da Vossa Família para que o/a vosso/a educando/a participe no desenvolvimento desta investigação.

Convictos de que o envolvimento das famílias traz inúmeras vantagens no processo de ensino e aprendizagem e no desenvolvimento de competências de crianças com PEA, é nosso objetivo envolver as famílias na nossa investigação, promovendo desta forma o trabalho colaborativo entre professores, pais e investigadora. Com o Vosso apoio, acreditamos poder desenvolver uma importante ferramenta de estudo no domínio da matemática que será de importante utilidade para muitas crianças.

Gostaria de salientar que toda a informação obtida será confidencial e mantida no anonimato e destinam-se exclusivamente para fins de investigação.

Estarei disponível para o esclarecimento de qualquer dúvida.

À consideração de V. Ex.ª.

Respeitosos cumprimentos,

Aveiro, 23 de setembro de 2013.

Maria Isabel Gomes dos Santos

Tomei conhecimento e autorizo o meu educando, \_\_\_\_\_ (nome), aluno da escola \_\_\_\_\_ do ano \_\_\_\_\_ da turma \_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_ a participar na investigação em causa, com vista à obtenção de dados relativos à utilização das tecnologias no apoio ao desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças com PEA.

---

O(A) Encarregado(a) de Educação

### **APÊNDICE 3 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA AOS TÉCNICOS DE SAÚDE**



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

#### **Guião de entrevista exploratórias a técnicos de saúde**

**Tema:**

As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências da Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo

**Duração:**

60 minutos

**Descrição da etapa metodológica e dos resultados esperados:**

A presente entrevista tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à caracterização, estudo das necessidades e especificidades de crianças/jovens com PEA e averiguar de que forma os temas matemáticos podem ser abordados com esta população. Pretende-se conhecer que instrumentos de avaliação estão a ser utilizados para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com autismo, em particular, na área da matemática.

Em função dos dados recolhidos pretende-se iniciar a especificação e desenvolvimento do protótipo com modalidades de adaptação dinâmica das atividades ao perfil do utilizador o sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático (dedutivo e indutivo)

**Objetivos da entrevista:**

Perceber que tipo de dificuldades e/ou potencialidades que os alunos têm ao nível da matemática e como podem ser ultrapassadas;

Recolher informação acerca dos que instrumentos que estão a ser utilizados para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com autismo

**Identificação dos entrevistados:**

Nesta fase inicial serão realizadas entrevistas exploratórias a pais, técnicos de saúde e professores.

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>A. Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar os objetivos da entrevista;</li> <li>- Motivar o entrevistado a responder sincera e livremente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar a entrevistadora;</li> <li>- Garantir a confidencialidade dos dados recolhidos;</li> <li>- Informar as finalidades e os objetivos da entrevista;</li> <li>- Solicitar a colaboração, já que o contributo é imprescindível</li> <li>- Pedir autorização para gravar a entrevista em áudio, garantindo o anonimato e assegurando que os dados apenas vão ser utilizados nesta investigação;</li> </ul>
<b>B. Perfil do Entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação que permita a caracterização do entrevistado, nomeadamente, nome; idade; formação académica; experiência com autismo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode dizer qual o seu nome e idade?</li> <li>- Qual é a sua formação académica?</li> <li>- Qual o seu local de trabalho?</li> <li>- Quantos anos tem de serviço?</li> <li>- Qual é a sua experiência com crianças/jovens com PEA?</li> </ul>
<b>C. Caraterização da população-alvo do estudo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obter informação que permita caracterizar a população-alvo desta investigação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais as características que considera mais relevantes em crianças/jovens com PEA?</li> </ul>
<b>D. Avaliação de competências na área da matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer que instrumentos de avaliação estão a ser utilizados para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com autismo, particularizando para avaliação do raciocínio matemático;</li> <li>- Percecionar as dificuldades e potencialidades de crianças/jovens com PEA na área da matemática;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que instrumentos conhece para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com PEA, em particular o raciocínio matemático? <ul style="list-style-type: none"> <li>• E que instrumentos utiliza na sua intervenção? Porquê a escolha desses instrumentos?</li> </ul> </li> <li>- Que estratégias conhece/utiliza para promover o desenvolvimento do raciocínio matemática nesta população? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza algumas dessas estratégias na promoção do raciocínio matemático? Quais utiliza na sua intervenção junto destas crianças/jovens?</li> </ul> </li> <li>- Quais as dificuldades que as crianças/jovens com PEA apresentam ao nível da matemática? E as potencialidades destes alunos nesta área?</li> <li>- Acha que estas crianças têm potencialidades no que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio dedutivo? Porquê?</li> </ul>

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>E. As TIC no processo de ensino e aprendizagem da matemática</b>	- Recolher informação relativa sobre a importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA;	- Considera que o desenvolvimento de competências em matemática de alunos com PEA pode ser melhorado ou facilitado com recurso às tecnologias? Porquê?  - Conhece soluções de natureza tecnológica (sites, apps, software) especificamente desenvolvidos para trabalhar a área da matemática com estes alunos?
<b>F. Agradecimentos</b>		

## **APÊNDICE 4 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO ESPECIAL**



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

### Guião de entrevista exploratórias a professores

**Tema:**

As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências da Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo

**Duração:**

60 minutos

**Descrição da etapa metodológica e dos resultados esperados:**

A presente entrevista tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à caracterização, estudo das necessidades e especificidades de crianças/jovens com PEA e averiguar de que forma os temas matemáticos são abordados com esta população. Em particular, pretende-se perceber que práticas pedagógicas são utilizadas no ensino e aprendizagem da matemática com alunos com PEA e a importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA.

Em função dos dados recolhidos pretende-se iniciar a especificação e desenvolvimento do protótipo com modalidades de adaptação dinâmica do perfil do utilizador às atividades no sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático.

**Objetivos da entrevista:**

Perceber que tipo de dificuldades e/ou potencialidades que os alunos têm ao nível da matemática e como podem ser ultrapassadas;

Recolher informação relativa sobre a importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA;

Conhecer que atividades são dinamizadas para a promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático;

**Identificação dos entrevistados:**

Nesta fase inicial serão realizadas entrevistas exploratórias a pais, técnicos de saúde e professores.

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>A. Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar os objetivos da entrevista;</li> <li>- Motivar o entrevistado a responder sincera e livremente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar a entrevistadora;</li> <li>- Garantir a confidencialidade dos dados recolhidos;</li> <li>- Informar as finalidades e os objetivos da entrevista;</li> <li>- Solicitar a colaboração, já que o contributo é imprescindível</li> <li>- Pedir autorização para gravar a entrevista em áudio, garantindo o anonimato e assegurando que os dados apenas vão ser utilizados nesta investigação;</li> </ul>
<b>B. Perfil do Entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação que permita a caracterização do entrevistado, nomeadamente, nome; idade; formação académica; experiência com autismo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode dizer qual o seu nome e idade?</li> <li>- Qual a sua formação académica e percurso profissional?</li> <li>- Qual a sua experiência com crianças/jovens com PEA?</li> </ul>
<b>C. Caraterização das práticas de ensino e aprendizagem da matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Percecionar as dificuldades e potencialidades de alunos com PEA na área da matemática;</li> <li>- Recolher informação acerca das estratégias utilizadas para a promoção do raciocínio matemático em alunos com PEA e que tipo de atividades são dinamizadas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais as dificuldades que as crianças/alunos com PEA apresentam ao nível da matemática? E as potencialidades destes alunos nesta área?</li> <li>- Que tipo de estratégias utiliza/conhece no ensino e aprendizagem da matemática com alunos com autismo? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza algumas dessas estratégias?</li> <li>• Pode dar algum exemplo de uma estratégia de ensino e aprendizagem da matemática que tenha utilizado para desenvolver o raciocínio matemático com estes alunos?</li> </ul> </li> <li>- Que tipo de atividades realiza com os diferentes alunos para o desenvolvimento do raciocínio matemático?</li> <li>- Na sua opinião, que tipo de atividades/estratégias devem ser desenvolvidas para melhorar as capacidades de raciocínio matemático destes alunos?</li> <li>- Acha que estas crianças têm potencialidades no que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio dedutivo? Porquê?</li> </ul>
<b>D. Avaliação de competências na área da matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer que instrumentos de avaliação estão a ser utilizados para avaliar as competências académicas de crianças/jovens com autismo, particularizando para avaliação do raciocínio matemático;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como avalia as competências de matemática nos alunos com autismo?</li> <li>- Utiliza algum instrumento para avaliar/aferir as competências académicas destes alunos, em particular da matemática? Ou tem conhecimento de algum?</li> </ul>

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>E.</b>  <b>As TIC no processo de ensino e aprendizagem da matemática no contexto escolar</b>	- Recolher informação relativa sobre a importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA;	- Considera importante, do ponto de vista educativo, o recurso às TIC?  - Qual a sua opinião, relativamente à utilização das TIC no desenvolvimento das competências da matemática de alunos com PEA?  - Quais considera serem as suas potencialidades no processo de ensino e aprendizagem destes alunos?  - Utiliza recursos tecnológicos, como recursos no processo de ensino e aprendizagem dos alunos com PEA? Se sim, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que dispositivos utilizam? Que programas utilizam?</li> <li>• Como é que os alunos reagem às atividades com recurso às TIC?</li> </ul> - Conhece soluções de natureza tecnológica (sites, apps, software) especificamente desenvolvidos para trabalhar a área da matemática com estes alunos?
<b>F. Agradecimentos</b>		



Guião de entrevista exploratória [REDACTED]

**Theme:**

ICT in supporting the development of mathematics skills of students with autism spectrum disorders

**Step description of the methodology and expected results:**

This interview has the intention to support the process of data collection leading to a characterization, study the needs and specificities of children /youth with autism spectrum disorders and to a clarification about the way the mathematical topics should be addressed to this population.

The specification and prototype development arrangements with dynamic adaptation of the activities to the user's profile will be initiated, having in account the data collected.

**Questions**

Could you, please, tell me:

- What is your name and age?
- What is your academic and professional career?
- What is your experience with children / youth with Autism Spectrum Disorders?
- What are the characteristics most relevant in children / young with ASD?
- What are the difficulties that children / young with ASD exhibit in math? What is the potential of these students in this area?
- What kind of strategies you use / know for the teaching and learning of mathematics with students with autism?
- In your opinion, what kind of activities / strategies should be developed to enhance the capabilities of mathematical (inductive and deductive) reasoning of these students?
- What do you think about the predisposition of these children with respect to deductive reasoning? Why?
- How do you evaluate math skills in students with autism?
- Do you use an instrument to evaluate / assess the academic skills of these students, especially math? If so, which one? Or do you know any?
- Do you consider important from an educational point of view, the use of ICT? Why? What do you consider to be your strengths in the teaching and learning process of these students?
- Do you use technological resources, for the teaching and learning process of students with ASD? If so,
  - What devices and software do you use?
  - How do students react to activities using ICT?
- Do you know technological solutions (websites, apps, software) specifically designed to work mathematics with these students?
- What are the characteristics for an appropriate multimedia interface for users with autism?

**Thank you very much for your cooperation!**



## **APÊNDICE 5 – GUIÃO DA ENTREVISTA EXPLORATÓRIA A JOVEM COM PEA**



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

### **Guião de entrevista exploratórias a jovem com PEA**

#### **Tema:**

As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências da Matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo

#### **Duração:**

60 minutos

#### **Descrição da etapa metodológica e dos resultados esperados:**

A presente entrevista tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à caracterização, estudo das necessidades e especificidades de crianças/jovens com PEA e averiguar de que forma os temas matemáticos são abordados com esta população. Especificamente, pretende-se compreender a perceção dos jovens/adultos em relação à utilização da tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem de alunos com autismo, particularmente no que respeita à aprendizagem da matemática.

Em função dos dados recolhidos pretende-se iniciar a especificação e desenvolvimento do protótipo com modalidades de adaptação dinâmica do perfil do utilizador às atividades no sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático.

#### **Objetivos da entrevista:**

- Recolha de informação que permita a caracterização do público-alvo;
- Perceber que tipo de dificuldades e/ou potencialidades que os alunos têm ao nível da matemática e como podem ser ultrapassadas;
- Perceção dos jovens/adultos com PEA acerca da utilização das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, no sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático;

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>A. Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar os objetivos da entrevista;</li> <li>- Motivar o entrevistado a responder sincera e livremente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar a entrevistadora;</li> <li>- Garantir a confidencialidade dos dados recolhidos;</li> <li>- Informar as finalidades e os objetivos da entrevista;</li> <li>- Solicitar a colaboração, já que o contributo é imprescindível;</li> <li>- Pedir autorização para gravar a entrevista em áudio, garantindo o anonimato e assegurando que os dados apenas vão ser utilizados nesta investigação;</li> </ul>
<b>B. Perfil do Entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação que permita a caracterização do entrevistado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podes dizer qual o teu nome?</li> <li>- Como foi o teu percurso escolar?</li> </ul>
<b>C. Área da Matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação que permita a caracterização do perfil de competências em matemática;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De que forma era trabalhada a área da matemática na escola?</li> <li>- Tinhas algum tipo de apoio especializado na área da matemática?</li> <li>- Quais as maiores dificuldades que sentias na área da matemática? E as tuas potencialidades nesta área?</li> </ul>
<b>D. As potencialidades das TIC no processo de ensino e de aprendizagem da matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação relativa sobre a importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consideras que o desenvolvimento do raciocínio dedutivo de alunos como tu pode ser melhorado ou facilitado com recurso às tecnologias? Porquê?</li> <li>- Na tua opinião, que tipo de atividades/estratégias devem ser desenvolvidas para melhorar as capacidades de raciocínio dedutivo em alunos com PEA?</li> <li>- Que características deveria possuir um ambiente digital de forma a ajudar as crianças e jovens com PEA na aprendizagem da matemática?</li> </ul>
<b>F. Agradecimentos</b>		

## APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM MATEMÁTICA

---

### Questionário de Avaliação de Competências em Matemática

Este inquérito por questionário enquadra-se num projeto de investigação a desenvolver no âmbito do Programa Doutoral em Multimédia em Educação da Universidade de Aveiro, subordinado ao tema: "As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências da matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo". Este é direcionado aos professores de matemática ou professores titulares de turma e tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente ao estudo das competências digitais de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo.

Toda a informação recolhida será utilizada apenas para este fim e a confidencialidade das respostas é totalmente garantida. O tempo estimado de preenchimento do questionário é de aproximadamente 5 a 10 minutos.

Agradeço a sua disponibilidade e colaboração, fatores fundamentais para o sucesso desta investigação.

\*Obrigatório

1. Nome do(a) aluno(a): \*

A sua resposta

2. Idade: \*

3. Turma: \*

A sua resposta

4. Atendendo às capacidades transversais de "resolução de problemas" e de "raciocínio matemático", indique quais as estratégias e processos usados com este(a) aluno(a) com vista à sua promoção. \*

A sua resposta

5. Qual é o desempenho académico deste(a) aluno(a) na disciplina de matemática? \*

A sua resposta

6. Relativamente aos temas abaixo listados, indique o nível de desempenho do(a) aluno(a) (em que 1 é o nível mais baixo de desempenho e 5 o nível mais alto) e comente, no campo aberto, eventuais observações adicionais que lhe suscitem a análise desta informação. \*

	1	2	3	4	5	Não aplicável
Números e operações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geometria e medida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Organização e tratamento de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Álgebra (só para alunos do 2º ciclo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Que potencialidades pensa que este(a) aluno(a) possui ao nível do raciocínio matemático (dedutivo e indutivo)? \*

A sua resposta

8. O(A) aluno(a) beneficia de algum tipo de apoio especializado na área da matemática? \*

☐ Sim

☐ Não

8.1. Se sim, que tipo de apoio?

☐ Apoio da Educação Especial

☐ Explicações particulares

☐ Centro de estudos

☐ Gabinete psicoeducativo

☐ Outra:

9. Indique as áreas/temas, não necessariamente no âmbito da matemática, nos quais este(a) aluno(a) manifesta especial interesse. \*

A sua resposta

10. Este(a) aluno(a) revelou, precocemente, alguma aptidão especial para a matemática ou para uma área afim?

☐ Sim

☐ Não

10.1. Se sim, indique qual ou quais?

A sua resposta

SUBMITER

Nunca envie palavras-passe através dos Formulários do Google.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. Denunciar abuso - Termos de Utilização - Termos adicionais

Google Formulários

## APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM TECNOLOGIAS DIGITAIS

### Questionário de Avaliação de Competências em TIC

Este inquérito por questionário enquadra-se num projeto de investigação a desenvolver no âmbito do Programa Doutor em Multimédia em Educação da Universidade de Aveiro, subordinado ao tema: "As TIC no apoio ao desenvolvimento de competências da matemática de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo". É direcionado aos professores de educação especial ou professores titulares de turma e tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente ao estudo das competências digitais de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo.

Toda a informação recolhida será utilizada apenas para este fim e a confidencialidade das respostas é totalmente garantida. O tempo estimado de preenchimento do questionário é de aproximadamente 5 a 10 minutos.

Agradeço a sua disponibilidade e colaboração, fatores fundamentais para o sucesso desta investigação.

\*Obrigatório

1. Nome do(a) aluno(a): \*

A sua resposta

2. Idade: \*

A sua resposta

3. Turma:

A sua resposta

4. Com que frequência este(a) aluno(a) utiliza as seguintes tecnologias? \*

	Todos os dias	Algumas vezes por semana	Algumas vezes por mês	Muito raramente	Nunca
Computador de secretária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computador portátil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel 3ª geração/smartphones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consola/vídeo jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Em que contexto o(a) aluno(a) utiliza as tecnologias listadas?

\*

	Em casa	Na escola	Em gabinete psicoeducativo	Não se aplica
Computador de secretária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computador portátil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel 3ª geração /smartphones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consola/vídeo jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Considerando, genericamente, as tecnologias utilizadas por este(a) aluno(a) assinale as finalidades dessa utilização?(pode assinalar mais do que uma opção)

- ☐ Lúdicas (brincar, jogar)
- ☐ Competências sociais e funcionais
- ☐ Competências comunicacionais
- ☐ Competências académicas (Português)
- ☐ Competências académicas (Matemática)
- ☐ Outra:

6.1. E qual a frequência dessa utilização? \*

	Todos os dias	Algumas vezes por semana	Algumas vezes por mês	Muito raramente	Nunca
Lúdicas (brincar, jogar)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Competências sociais e funcionais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Competências comunicacionais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Competências académicas (Português)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Competências académicas (Matemática)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. No caso específico da Matemática, explicita quais as ferramentas e aplicações que têm vindo a ser utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem deste(a) aluno(a)? \*

A sua resposta

8. Descreva de que forma a utilização das tecnologias se tem revelado, com este(a) aluno(a), potenciadora do foco de atenção e do aumento da motivação. \*

A sua resposta

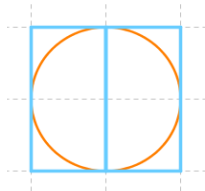
9. Descreva quais as dificuldades maiores que este(a) aluno(a) apresenta, caso existam, na interação/utilização do computador.

A sua resposta

## **APÊNDICE 8 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A1, A3, A4 E A7**

### ATIVIDADE 1

1. O desenho do Tomás tem a seguinte forma:



- 1.1 Identifica as figuras geométricas presentes no desenho do Tomás.  
1.2 Tomando para unidade de área a quadrícula, qual é a área de cada uma das figuras presentes neste desenho? Justifica a tua resposta.  
1.3 A Ana e o Tomás têm desenhos muito parecidos. Eles dobraram os seus desenhos. Qual é o desenho do Tomás (A ou B)? Porquê?

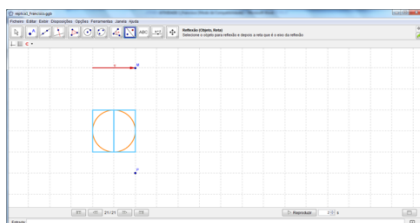


A

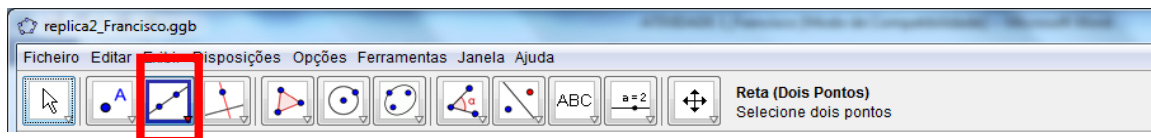


B

2. Vamos usar o GeoGebra para aprendermos a refletir o desenho do Tomás.  
Abre o ficheiro reflexão\_desenho.ggb.



- 2.1 Acionar no menu de ferramentas a ferramenta assinalada.

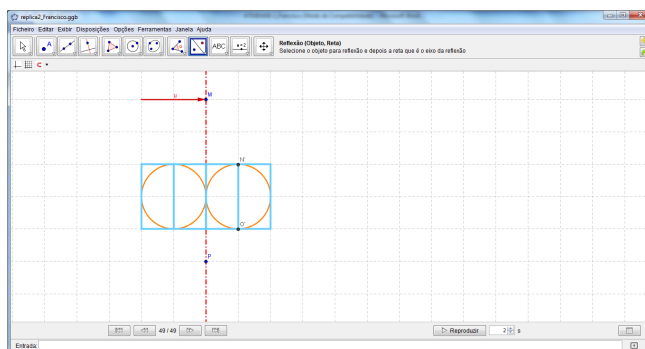


- 2.2 Depois de selecionada a ferramenta seleciona os pontos M e P para que possas traçar um segmento de reta.

- 2.3 Clica no menu de ferramentas e aciona a ferramenta assinalada.



Selecione o desenho do Tomás e clique sobre a reta que desenhaste. O que aconteceu?



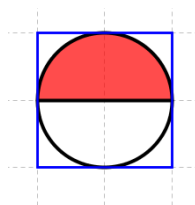
- 2.4 Se seleccionarmos os dois desenhos e voltarmos a repetir o processo (clique na ferramenta Reflexão (objeto, reta)), o que te parece que vai acontecer? Responde sem usares o GeoGebra.
- 2.5 Efetua a ação da alínea 2.4 com recurso ao GeoGebra e verifica se aconteceu o que estavas à espera? Justifica o que observaste?



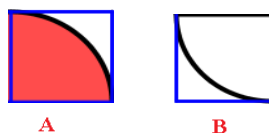
## APÊNDICE 9 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A2

### ATIVIDADE 1

1. O João desenhou uma bola de Pokémon e o seu desenho tem o aspeto seguinte:

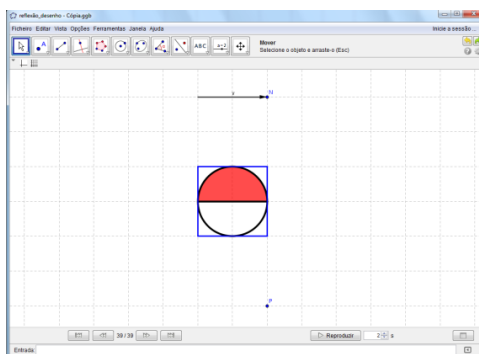


- 1.1 Identifica as figuras geométricas presentes no desenho do João.  
1.2 Tomando para unidade de área a quadrícula, qual é a área de cada uma das figuras presentes no desenho? Justifica a tua resposta.  
1.3 O João e o Tomás desenharam figuras muito parecidas. Dobraram os seus desenhos e ficaram em dúvida sobre qual deles era o seu. Qual será o desenho do João (A ou B)? Porquê?

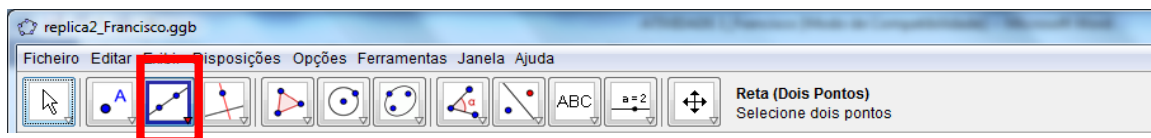


### ATIVIDADE 2

2. Vamos usar o GeoGebra para aprendermos a replicar o desenho do João usando uma reflexão. Abre o ficheiro reflexão\_desenho.ggb.



- 2.1 Aciona no menu de ferramentas a ferramenta assinalada.

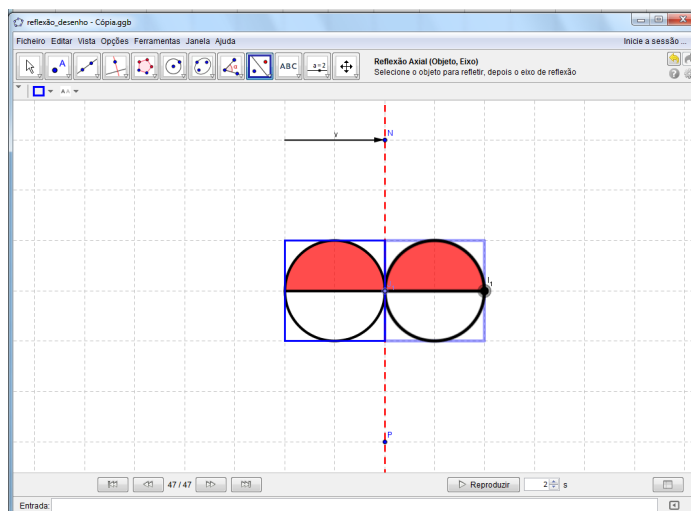


- 2.2 Depois de seleccionada a ferramenta selecciona os pontos N e P para que possas traçar um segmento de reta.

2.3 Clica no menu de ferramentas e aciona a ferramenta assinalada.



Seleciona o desenho do João e clica sobre a reta que desenhaste. O que aconteceu?



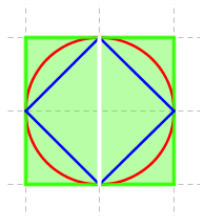
2.4 Se seleccionarmos os dois desenhos e voltarmos a repetir o processo (clicar na ferramenta Reflexão (objeto, reta)), o que te parece que vai acontecer? Responde sem usares o GeoGebra.

2.5 Efetua a ação da alínea 2.4 com recurso ao GeoGebra e verifica se aconteceu o que estavas à espera? Justifica o que observaste?

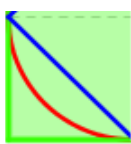
## APÊNDICE 10 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A5

### ATIVIDADE 1

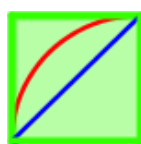
1. O campo de futebol de Esgueira, onde treina o João, tem a seguinte forma:



- 1.1 Descreve os elementos geométricos presentes no campo de futebol.
- 1.2 Tomando para unidade de área a quadrícula, indica a área de cada um dos polígonos presentes neste campo.
- 1.3 O Senhor José, treinador da equipa de futebol, vai colocar uma cerca à volta de 3 lados consecutivos do campo de futebol e à volta do polígono azul. Sabendo que o lado de cada quadrícula mede 60cm, quantos metros vão ser necessários para que ele execute esta tarefa?
- 1.4 O João e o António levaram para a escola os desenhos dos campos de futebol onde treinam. Os dois campos são muito parecidos. Eles dobraram os desenhos e colocaram-nos em cima da mesa. Consegues identificar o campo de Esgueira (A ou B)? Porquê?



**A**



**B**

- 1.5 O João conseguiu identificar o seu desenho, dobrou-o de um outro modo e o desenho ficou desta forma:

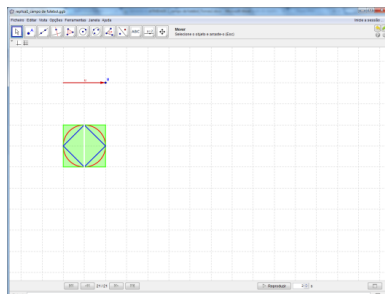


Como terá a João dobrado o seu desenho?

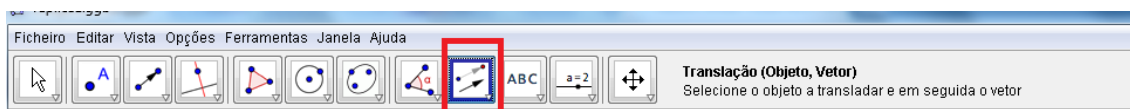
### ATIVIDADE 3

3. Vamos usar o GeoGebra para aprendermos a replicar o campo de futebol de Esgueira de várias maneiras.

Abre o ficheiro replica1\_campo de futebol.ggb.

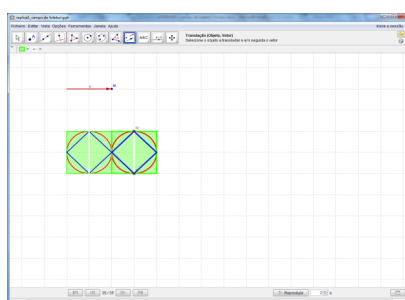


- 3.1 Acionar no menu de ferramentas a ferramenta assinalada.



- 3.2 Depois de seleccionada a ferramenta selecciona o campo de futebol e pressiona sobre o vetor que a determina.

Esta ação conduz à configuração:



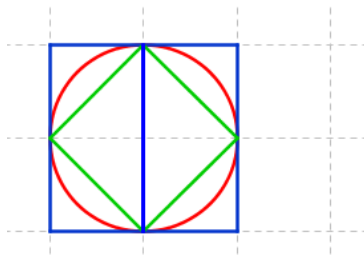
O que aconteceu?

- 3.3 Se seleccionarmos os dois campos e voltarmos a repetir o processo, o que te parece que vai acontecer? Vai aparecer uma fila com 4 campos? Porquê?
- 3.4 Utiliza o GeoGebra para veres o que acontece?
- 3.5 Explica o que acabaste de observar.
- 3.6 Vamos agora abrir o ficheiro replica2\_campo\_futebol.ggb. Efetua o mesmo procedimento seleccionando os dois campos e o vetor v. O que aconteceu? Agora, já apareceram 4 campos em fila?
- Explica por tuas palavras a razão de haver no primeiro caso só 3 campos eram visíveis e agora estão 4 campos visíveis.
- 3.7 Manipula à tua vontade o ponto M e vê o que acontece?
- 3.8 Utiliza o comando translação para criares uma configuração com 16 campos, todos eles visíveis (sem sobreposições).
- Qual é o número mínimo de translações que precisas de efetuar para esse fim?

## APÊNDICE 11 – ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA PROPOSTAS AO ALUNO A6

### ATIVIDADE 1

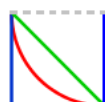
1. A toalha de praia da Joana tem a seguinte forma:



- 1.1 Descreve os elementos geométricos presentes na toalha da Joana.
- 1.2 Tomando para unidade de área a quadrícula, indica a área de cada um dos polígonos presentes nesta toalha.
- 1.3 A Dona Maria, mãe da Joana, vai colocar uma fita dourada à volta de 3 lados consecutivos da borda da toalha e à volta do polígono verde. Sabendo que o lado de cada quadrícula mede 30cm, quantos metros vão ser necessários para executar esta tarefa?
- 1.4 A Joana e a Ana têm toalhas muito parecidas. Elas dobraram as suas toalhas e foram nadar. Consegues identificar a toalha da Joana (A ou B)? Porquê?

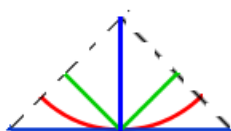


A



B

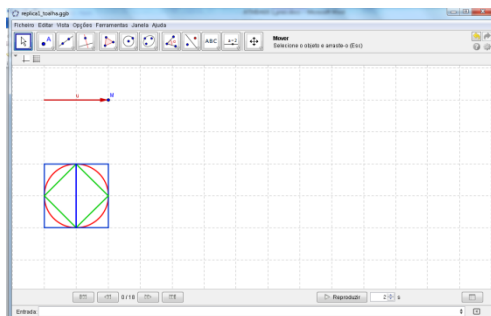
- 1.5 A Joana conseguiu identificar a sua toalha, dobrou-a de um outro modo e a toalha ficou desta forma:



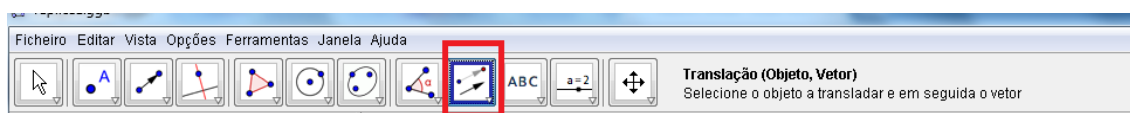
Como terá a Joana dobrado a sua toalha?

### ATIVIDADE 3

3. Vamos usar o GeoGebra para aprendermos a replicar a toalha da Joana de várias maneiras. Abre o ficheiro replica1\_toalha.ggb.

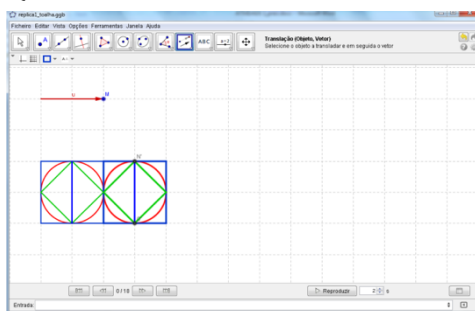


3.1 Acionar no menu de ferramentas a ferramenta assinalada.



3.2 Depois de seleccionada a ferramenta selecciona a toalha e pressiona sobre o vetor que a determina.

Esta ação conduz à configuração:



O que aconteceu?

3.3 Se seleccionarmos as duas toalhas e voltarmos a repetir o processo, o que te parece que vai acontecer? Vai aparecer uma fila com 4 toalhas? Porquê?

3.4 Utiliza o GeoGebra para veres o que acontece?

3.5 Explica o que acabaste de observar.

3.6 Vamos agora abrir o ficheiro replica2.ggb. Efetua o mesmo procedimento seleccionando as duas toalhas e o vetor  $v$ . O que aconteceu? Agora, já apareceram 4 toalhas em fila? Explica por tuas palavras a razão de haver no primeiro caso só 3 toalhas visíveis e agora estarem 4 toalhas visíveis.

3.7 Manipula à tua vontade o ponto M e vê o que acontece?

3.8 Utiliza o comando translação para criares uma configuração com 16 toalhas, todas elas visíveis (sem sobreposições). Qual é o número mínimo de translações que precisas de efetuar para esse fim?

## **APÊNDICE 12 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

Identificação do participante	
-------------------------------	--

Identificação do observador	
-----------------------------	--

<b>Data da sessão</b>	
-----------------------	--

<b>Hora de início da sessão</b>	
---------------------------------	--

<b>Hora de término da sessão</b>	
----------------------------------	--

	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
Início da sessão	
Durante a sessão	
Final da sessão	

**Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas**

	Desempenho/Resposta	Observações
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1		
1.2		
1.3		
1.4		
1.5		
<b>ATIVIDADE 2</b>		
2.1		
2.2		
2.3		
2.4		
2..5		
<b>ATIVIDADE 3</b>		
3.1		
3.2.		
3.3		
3.4		
3..5		
3.6		
3.7		
3..8		



**APÊNDICE 13 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A1**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	A1
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	17.fevereiro.2014
<b>Hora de início da sessão</b>	16h04m
<b>Hora de término da sessão</b>	17h45m

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno está calmo, cumprimenta-nos e está motivado para fazer as atividades.
<b>Durante a sessão</b>	Bastante entusiasmado com o GeoGebra, curioso em saber o que está a acontecer nesta ferramenta. Em breves momentos de pausa, o aluno distrai-se com o relógio da professora Ana...
<b>Final da sessão</b>	No final da sessão, o aluno repete constantemente os processos que foram executados durante a atividade 2.

**Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas**

	<b>Desempenho/Resposta</b>	<b>Observações</b>
<b>ATIVIDADE 1</b>		
<b>1.1</b>	Círculo dividido ao meio, metade do círculo.... (Há mais? – prof.) Acho que não... vê um círculo, um quadrado... Não sei como se chama isto, (aponta para o segmento de reta) Não vejo mais nada...	
<b>1.2</b>	Qual a área do quadrado? Sabes o que é uma quadricula?? (questiona a professora) (depois da professora ajudar na noção de quadricula – o aluno parecia ter entendido o que se pretendia...) A área do quadrado não é mesma do que a do círculo... acho que não me lembro... Mostra-se muito pensativo... Vai até apontar a quadricula do círculo? Também não sei... Vamos passar à frente? (professora).	O aluno não foi capaz de resolver a tarefa.
<b>1.3</b>	Leu a questão sozinho. (gesticula com as mãos a dobragem) É mesmo a A. Porquê? ... Porque os desenhos são mesmo parecidos e são mesmo iguais. Acho que não me lembro porquê!!!	Não é capaz de justificar a sua resposta.
<b>ATIVIDADE 2</b>		
<b>2.1</b>		
<b>2.2</b>	Executa a tarefa com dificuldade... dificuldade na manipulação do rato para traçar a reta.	
<b>2.3</b>	Ficou igual... parecem iguais... parece um retângulo... e fez duas figuras...	Nesta tarefa da reflexão foi necessário recorrer à concretização “com o espelho da janela”
<b>2.4</b>	Vai fazer 4!	
<b>2.5</b>	Ao selecionar as duas imagens e ao clicar na ferramenta de reflexão verifica que não acontece nada, então repete novamente a tarefa e diz.. “Não aconteceu nada... não está a dar nada!!!” (repetiu várias vezes) Após o termino, foram criados mais um eixo de reflexão para que aluno pudesse visualizar como é que ficariam as 4 imagens...”apareceu iguais”... ainda manipulou o ponto M dando uma volta completa de 360°... repetiu este procedimentos várias vezes sempre da mesma forma, não quis explorar outras funcionalidades do GeoGebra	

**APÊNDICE 14 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A2**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	A2
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	7.fevereiro.2014
<b>Hora de início da sessão</b>	16h 30m
<b>Hora de término da sessão</b>	16h 45m

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	<p>O aluno chega bastante perturbado com um problema que tinha ocorrido na piscina com um colega... A professora de EE diz que depois resolvem os dois o problema e chama-o para realizar um jogo de matemática...Quando a visualiza a atividade faz o seguinte comentário: “Não gosto de geometria!”. O aluno inicia a leitura do enunciado e ao visualizar a representação da bola de Pokémon, diz “as bolas de Pokémon não são assim” e explica como é que as bolas são...</p> <p><b>Observação:</b> O aluno faz a representação da bola na situação real. Coloca a bola numa posição espacial específica, não faz a rotação.</p> <p>Mostrou-se muito participante da atividade.</p>
<b>Durante a sessão</b>	<p>Durante a atividade o aluno mostra-se interessado e envolvido na mesma.</p>
<b>Final da sessão</b>	<p>Em determinados períodos muito curtos de pausa, o aluno mostrou-se preocupado e ansioso em ir resolver o problema com o colega “Bruno” , dizendo “posso ir para o recreio”. Apesar de querer saber a resolução da última atividade, não mostra essa curiosidade nem interesse, por causa do que tinha acontecido anteriormente com o colega na piscina.</p>

### Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas

	Desempenho/Resposta	Observações
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	Círculo, quadrado,... Professora: “Mais alguma?” “Não estou a ver...”	Não visualiza os retângulos.
1.2	(primeiramente, a professora explica a atividade por passos) Quadricula, sabes o que é? – “Não, não sei”. Depois da explicação: “a área do círculo acho que é 4 e a área do quadrado também é 4 porque ocupa 4 quadriculas...”	O aluno ficou na dúvida, houve momentos de hesitação na resposta... porque a área do círculo era menor do que área do quadrado.
1.3	“Acho que é este... (aponta para o desenho A), porque tem a parte vermelha e o quadrado está completo... porque só tem uma branca.	A parte visual é muito importante, bem como a discriminação das cores utilizadas.
<b>ATIVIDADE 2</b>		
2.1	Abriu o ficheiro! Leitura da questão (a) no papel – dificuldade..., Executou muito bem a tarefa	
2.2	Ajuda no menu da reta. Identificou logo que era um eixo de reflexão o segmento de reta...	
2.3	Seleciona a imagem e o vetor (com ajuda), o que aconteceu? “Fez reflexo, é o lado contrário da figura”.	O menu de GeoGebra despertou curiosidade “isto é um ângulo agudo” O aluno associa a reflexão a não orientabilidade da reflexão
2.4	“Tam ficar mais duas imagens iguais” – disse que viriam 4 bolas	
2..5	“Não fez nada e devia aparecer mais duas...” (aponta no ecrã para cima) “não apareceu mais dois... porque não faz a reflexão?” Não sabe justificar – “... às vezes também não sei justificar”.	

**APÊNDICE 15 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A3**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	A3
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	12.fevereiro,2014
<b>Hora de início da sessão</b>	11h 10m
<b>Hora de término da sessão</b>	11h 40m
	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno está recetivo para realizar a atividade, apresenta-se calmo.
<b>Durante a sessão</b>	Participativo na realização das atividades.
<b>Final da sessão</b>	O aluno estava bastante envolvido com o GeoGebra, mas entretanto o computador encerrou sozinho e isso fez que não quisesse voltar à atividade fazer de novo. Foi para o quadro da sala mostrar que também tinha outras competências ao nível da matemática, no cálculo mental ( $103 \times 206$ ). Mostrou-se recetivo em querer desenvolver mais atividades.

### Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas

	Desempenho/Resposta	Observações
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	Círculo e o quadrado. A professora pergunta não há mais? E um pentágono (confunde com o retângulo, Vê bem? (prof) Também vejo dois triângulos.	
1.2.	Área? O que é isso? Sou muito esquecido... depois de perceber a explicação, diz que a área do quadrado é 4. Há vejo também meio círculo... Muito ajudado em relação à área do círculo... “já estou a ficar esquecido”... “a área do círculo também é 4.”	Foi necessário explicar-lhe o que era a área.
1.3	Parecem muito iguais, acho que é a B porque a linha tem que ser mais grossa... (Está focalizado na questão da escala)	Mais uma vez fui notado que nesta questão o desenho grande devia estar ao lado das dobragens.
<b>ATIVIDADE 2</b>		
2.1	A partir do enunciado teve dificuldade em acionar a ferramenta	
2.2	Fui difícil executar a tarefa.	
2.3	“fez outra reta, fez outro desenho.	
2.4	Repetiu a operação, foi difícil tirá-lo do computador? “Selecionar???” o que é isso?? O que vai acontecer? “Vai multiplicar outra vez!”	Não conhece alguns conceitos utilizados nas instruções.
2.5	“porque não aconteceu nada, só vejo o r e o q” (Não foi capaz de justificar o que observou).  Depois quis explorar mais a ferramenta, fazendo vários eixos de reflexões, selecionando as figuras e refletindo-as.	

**APÊNDICE 16 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A4**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	Aluno A4
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos e Yola Marinheiro
<b>Data da sessão</b>	14.fevereiro.2014
<b>Hora de início da sessão</b>	16h20m
<b>Hora de término da sessão</b>	17h15m

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno está motivado e interessado em realizar as atividades propostas. Num primeiro momento explora todas as atividades, muito curioso em saber o que ia fazer.
<b>Durante a sessão</b>	
<b>Final da sessão</b>	Depois de terminar as atividades propostas, o aluno quis explorar o GeoGebra de diversas formas, consoante ele ia experimentando este a questionar, não sabia o que acontecia. Quis saber como obter o GeoGebra. Está entusiasmado em saber como funciona a ferramenta, esteve a experimentar a amplitude dos ângulos. Acha a ferramenta muito engraçada para a Matemática. 160° é um ângulo obtuso. Isto de vez em quando paralisa... diz ele Continua motivado em explorar a ferramenta. Também quis fazer polígonos... Isto é uma circunferência... no entanto reparou que a forma desta circunferência era “estranha”... reforçou-se que aquela figura não se tratava de circunferência mas sim de uma elipse. Ele agora quer fazer a rotação e a translação... Pergunta o que é isso? (é-lhe dada uma breve explicação)... a seguir identificou a translação... selecionou a imagem e apareceu 2... Na rotação percebeu que tinha que colocar um ângulo... pergunta o que é anti-horário e horário... e o que é a amplitude? (são os graus)... Colocou a amplitude 192°, dá uma gargalhada e diz eu não percebi isto agora.

	<p>Continuou a explorar o GeoGebra, tudo que ele fazia, ele próprio ia questionando e dando resposta.</p> <p>O aluno mostrou muito a vontade com o computador.</p> <p>Gostaste de participar? O nuno diz que sim</p> <p>Durante a sessão fez várias experiências e agora no final fez a cara de um homem com as formas geométricas.</p> <p>O Nuno esteve sempre muito descontraído, muito simpático, muito interativo com as pessoas, bastante curioso, muito perguntador.</p>
--	--

### Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas

	Desempenho/Resposta	Observações
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	Cubo,... O aluno mencionou que vê um círculo, um quadrado e retângulos	Num primeiro momento confundiu o nome dos sólidos geométricos com as figuras geométricas
1.2	A área do quadrado é 4. Do retângulo é 2. Quanto ao círculo, esteve a pensar e disse que “Não dá!”	
1.3	Pensou, pensou... e disse “não estou a perceber”. (houve indicação da professora que a imagem foi dobrada em 4). Apontou para a figura A ... não soube justificar a sua resposta.	
<b>ATIVIDADE 2</b>		
2.1	O aluno manifestou desde logo muita vontade em trabalhar com o GeoGebra. Muito interessado em resolver a pergunta.	
2.2	Executa a tarefa com facilidade.	
2.3	Isto até refletiu, isto é uma simetria é como se fosse uma sequência. Se fizesse várias linhas ficava uma sequência.	
2.4	Não sei... (o aluno está impaciente para executar a tarefa no GeoGebra)	
2.5	Ficou com pontos, não estava á estava à espera disso. Termina dizendo já percebi o que aconteceu, isto é uma reflexão.	



**APÊNDICE 17 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A5**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	Aluno A5
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	11.feveiro.2014
<b>Hora de início da sessão</b>	14h55m
<b>Hora de término da sessão</b>	15h40m

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno revela-se participativo. Não recebeu a atividade altamente concentrado.
<b>Durante a sessão</b>	O aluno revelou alguns momentos de desconcentração, no entanto mostrou-se bastante empenhado em querer resolver as atividades.
<b>Final da sessão</b>	O aluno manifestou curiosidade para saber as funcionalidades do GeoGebra.

### Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas

	Desempenho/Resposta	Observações
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	Um quadrado, um outro quadrado, círculo, retângulo ou dois ou quatro triângulos (não mostra coerência) Identifica o quadrado verde, o quadrado azul, o círculo e dois triângulos.	
1.2	Área do quadrado verde – 4; área do quadrado azul – 2; círculo – 3,14; os triângulos (grandes) é 1; a área destes triângulos (pequenos) é 0,5 cada um;  (esqueceu-se da área dos retângulos)	Esqueceu-se dos retângulos e identificou mais figuras geométricas nesta questão do que na anterior. No final, foi questionado para justificar o valor 3,14 para a área do círculo.. respondeu corretamente utilizando a fórmula $A=\pi r^2$
1.3	O aluno pensa e executa mentalmente os cálculos (Toca a campainha e há muito barulho). “360 a dividir 2 igual a 180... é $360 + 180 = 540$ metros”. A professora manda ler e ele lê 540m... “ai são 540 cm”... tempo de espera... pensa... mas a professora insiste para que ele leia se é essa a resposta que lhe é pedida. Quantos metros? 5,6m -> (apenas imprecisão)	Muito tempo na tarefa.
1.4	Momento a pensar (pouco) e diz que é a figura A porque tem a linha amarela...	
1.8	O aluno observa a imagem e refere “recortou as partes”, a professora reforça a ideia que a figura não foi recortada mas sim dobrada... (esta atividade apresenta um nível de maior de dificuldade). O aluno menciona que foi utilizado o programa GeoGebra porque visualizou esta palavra na questão seguinte... Demora muito tempo (4min) nesta tarefa mas não desiste, volta a ler o enunciado... diz “não sei!”. A professora ajuda-o o dizer “Não te distraias com as outras imagens”.... “Dobrou a meio, dobrou esta parte para baixo (apontando para a parte dos triângulos)... (dá uma resposta correta)	Demasiados elementos distratores no enunciado que interferiu na execução da tarefa. (a imagem original devia estar ao lado da original)

ATIVIDADE 3		
3.1	Conhece o GeoGebra e já o usou uma vez. - Vais fazer uma translação...	
3.2	O aluno, numa primeira reação diz que não aconteceu nada e depois de ter observado novamente refere “fez-se a translação, o objeto repetiu-se noutra ponto.”	
3.3	Sim! Vai acontecer que se selecionarmos os 2 campos vai aparecer uma fila com os 4... porque é como se duas imagens fossem uma só imagem...	
3.4	Não foi isso que aconteceu, só apareceu 1...	
3.5	Não foi isso que aconteceu, só apareceu 1... não sei, só apareceu uma imagem!! Se calhar é o programa que é assim!!!	Ele acha que é o programa que não está bem
3.6	Faço eu (professora) Antes eram 3 agora são 4, porquê?? “Não sei... porque o vetor u equivale a uma imagem e o vetor v equivale a duas imagens!”	Muito barulho do lado de fora da sala.
3.7	“Cria um padrão!”	
3.8	4? Porquê? “se for as quatro imagens então eram 4 as translações porque $4 \times 4 = 16$ ..” Então eram 4? Não! (visualiza o que aconteceu no GeoGebra) “não sei quantos foram” Começa a contar, 4+2+2+2... “foram 6 as translações!”	

Observações: Gostaste das tarefas? Sim

Já trabalhou no GeoGebra com o pai uma vez.

Achaste difícil? Não!

➔ A dobragem da 1.5 é mais difícil, mas não percebi porque estive com a sua atenção no desenho anterior..

Com esta ferramenta podia fazer padrões...

Acho que me sai bem... acho que errei as respostas da 1.5...

**APÊNDICE 18 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A6**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	Aluno A6
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	11-02-2014
<b>Hora de início da sessão</b>	14h 10m
<b>Hora de término da sessão</b>	14h 40m

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno revela-se calmo e muito participativo.
<b>Durante a sessão</b>	Revela-se motivado para a atividade.
<b>Final da sessão</b>	<p>Muito participativo.</p> <p><u>Observações no final da atividade:</u>  Gostaste do que fizeste? Sim  Achas que teve interesse? Sim  Só utiliza o computador para jogos e para ver o tempo. Para português utiliza para fazer algumas pesquisas e em matemática não aparecem trabalhos de pesquisa nem exercícios.  Num experimentei o GeoGebra, mas acho que vai ser interessante.  A avaliação que o aluno dava à sua prestação era de 85%, porque disse que errara na 1.5. (esta era a mais complicada das dobragens).  Muito participativo em relação ao GeoGebra.</p>

**Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas**

	<b>Desempenho/Resposta</b>	<b>Observações</b>
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	Identifica o quadrado, o círculo e também há 2 retângulos.	Não identifica o quadrado(azul).
1.2	O quadrado grande tem 4. O quadrado pequeno tem 2. A área dos retângulos são 2 e os triângulos têm 1 de área. O círculo acho que são 3. (Fica na dúvida relativamente à área do círculo e faz uma estimativa aproximada da sua área.	Não foi capaz de identificar na 1.1. o “quadrado pequeno” – losango e nesta questão referiu a sua área.
1.3	Cada lado mede 60 cm. Conta mentalmente e faz $60 \times 4 = 240 + 120 = 360$ cm ... há são em metros... é igual a 3,6m. (o aluno esqueceu-se que só eram 3 lados consecutivos).	
1.4	“Não faço a mínima ideia...” ... leva tempo de facto a pensar (mostra-se sempre muito pensativo e percebe que a resposta não é óbvia). Acho que é a B porque cada quadricula não tem à volta azul... e tem um lado tracejado.	
1.5	O aluno mostra-se pensativo e refere “esta não sei”... observa a imagem inicial... O tracejado pode ter ... - esta atividade é bastante difícil... pensa, pensa e pensa... (demorou muito tempo a pensar) Dobra-se pelo retângulo e depois pelos triângulos. (Não faz corretamente a dobragem).	
<b>ATIVIDADE 3</b>		
3.1	Observa e vê como se faz...	
3.2	“A toalha mudou de sítio mas não acrescentou diferenças, não houve diferença”	O aluno espelha a noção isometria.
3.3	“Acho que sim! Porque $2 \times 2 = 4$ ou não $2 + 2 = 4$ ... E se adicionarmos dá os 4!”	
3.4	O aluno executa a tarefa (houve momento de distração, a professora não sabia executar a tarefa).	
3.5	Apareceram só 3.... (porque será??).	
3.6	“Pensava que ia aparecer 4 toalhas ... o vetor u acrescenta uma unidade e o v acrescenta duas unidades...”	
3.7	O aluno manipula e observa o que acontece e refere que as figuras vão para o lado que o ponto M for.	
3.8	Utilizando o vetor v aumenta sempre mais dois. O aluno executa as translações até ter a configuração das 16 toalhas. $6+8+10+12+14 \rightarrow$ Resultado são 6 translações.	O aluno utilizou cálculo mental.

**APÊNDICE 19 – REGISTO DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES EXPLORATÓRIAS COM O GEOGEBRA,  
ALUNO A7**

**LEMA, sessões preliminares | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	Aluno A7
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos   Ana Breda
<b>Data da sessão</b>	11.fevereiro.2014
<b>Hora de início da sessão</b>	16h 15m
<b>Hora de término da sessão</b>	17h

	<b>Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante</b>
<b>Início da sessão</b>	O aluno mostra-se não cooperante em realizar a tarefa. “odeio matemáticos e nunca vou deixar de odiar!!!” Não quero! “. Persuadido aceita. Olha para as atividades e diz, mas isto são exercícios!, não nunca vou fazer, podias deixar para a próxima semana. Depois desta já não há mais? (prof. Não sei!) Espero que esta seja a primeira e a última vez.
<b>Durante a sessão</b>	Em alguns momentos o aluno parece estar ausente do que se passa ao seu redor.
<b>Final da sessão</b>	Revela-se mais entusiasmado ao interagir com o programa, dizendo que quer ficar só mais 5 minutos, mas entretanto quer ir embora. “Quando eu achar que está na hora, vou embora”

**Desempenho/respostas dadas na realização das atividades propostas**

	<b>Desempenho/Resposta</b>	<b>Observações</b>
<b>ATIVIDADE 1</b>		
1.1	É um círculo, há um quadrado e mais nada....	Está com cara de enjoado e refere “é como se estivesse na aula de matemática” e em determinados momentos recusa fazer a atividade.
1.2	Área... respondo daqui a 6 segundos!... isto é como se estivesse na aula e não me está a agradecer.... Não me apetece... estou a pensar. São 4 figuras iguais...	
1.3	Estou a pensar!! É o A porque está parecido, mas não sei porque está parecido... eu não sei... olhei e descobri!!	
<b>ATIVIDADE 2</b>		
2.1	Quando chegou a vez de iniciar o GeoGebra mostrou-se mais cooperante.	O facto de palavra GeoGebra no word estar sublinhada vermelho foi um elemento perturbador para o início da atividade.
2.2	Pede desculpa e diz “não quero estes exercícios horríveis...”	Não está motivado, olha para baixo e diz que não precisa de ajuda. Parece estar ausente... ouve mas não olha para o ecrã.
2.3	Feito com a ajuda da professora.  Não aconteceu nada... Apareceu mais um que é igual ao primeiro, porque no outro apareceu os pontos. Bem não é igual ao 1º porque os rótulos são diferentes,	O que lhe chama a atenção é o facto de aparecerem novos pontos na imagem refletida.
2.4	Não vai acontecer nada... Agora se se seleccionar os dois vai aparecer um ou nada?? “Não sei o quê mas vai acontecer alguma coisa!”	
2.5	Efetuuou a atividade e apareceram mais números. Ele diz: Não apareceu o que estava à espera. Estava à espera que aparecesse mais um! (repetiu este procedimento várias vezes) a professora disse “Cá para mim estás a gostar?... “não, não estou”	No final diz que quer ficar mais 5 minutos.

Observações:

Não quero este jogo na unidade.

Acabou?

Boa!

Foi rápido? Um pouco

Queres experimentar? (só mais 5 minutos)

Mostra contentamento e diz “Quando eu achar que está na hora vou me embora)

**APÊNDICE 20 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO  
PROTÓTIPO**

**LEMA | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	
<b>Identificação do acompanhante</b>	
<b>Identificação do observador</b>	
<b>Data da sessão</b>	
<b>Local da sessão</b>	
<b>Hora de início da sessão</b>	
<b>Hora de término da sessão</b>	



1. Execução das tarefas/atividades

	Sem ajuda, com total facilidade e autonomia	Sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia	Com ajuda verbal	Com ajuda física	Com total incapacidade de execução	Não executa a tarefa durante a aferição	Observações
Entrar							
Login							
Palavra-chave							
Iniciar							
ATIVIDADES							

2. Empatia com o ambiente digital LEMA

O aluno durante as atividades propostas aparenta:

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Entrar									
Login									
Palavra-chave									
Iniciar									
ATIVIDADES									

### 3. Tipo de verbalizações / comunicações do participante

Em que momentos?	O que disse?

### 4. Ocorreram interrupções/desistências?

Sim Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

### 5. Ocorreram erros no sistema?

Sim Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

## 6. Outros registos

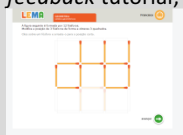
	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
Início da sessão	
Durante a sessão	
Final da sessão	
Outros registos	


**APÊNDICE 21 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO  
PROTÓTIPO – ALUNO A3**

**LEMA | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	<b>Aluno A3</b>
<b>Identificação do acompanhante</b>	<b>Maria Pinheiro</b>
<b>Identificação do observador</b>	<b>Isabel Santos</b>
<b>Data da sessão</b>	<b>18 de junho de 2015</b>
<b>Local da sessão</b>	<b>Escola Aires Barbosa – Esgueira</b>
<b>Hora de início da sessão</b>	<b>14h30m</b>
<b>Hora de término da sessão</b>	<b>15h30m</b>

## 1. Execução das tarefas/atividades

	Sem ajuda, com total facilidade e autonomia	Sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia	Com ajuda verbal	Com ajuda física	Com total incapacidade de execução	Não executa a tarefa durante a aferição	Observações
Login	X						
Avançar	X						
Atividade 1 (Fg3) Identificar figuras geométricas		X					Ajuda verbal na leitura do enunciado; Resolveu a atividade na 2ª tentativa;
Atividade 2 (Fg4) Contagem de triângulos		X					Faz a contagem dos triângulos, como não encontra o número de triângulos que contou, seleciona o número mais próximo; (conta 6 triângulos e seleciona 5) as opções são 8, 5, 13; como não acerta na resposta faz tentativa erro; Resolveu a atividade na 2ª tentativa;
Atividade 3 (S4) Planificação do cubo		X					Ajuda verbal na leitura do enunciado; tentativa erro; Resolveu a atividade na 2ª tentativa;
Atividade 4 (S15) Distinguir polígonos e poliedros			x				Ajuda verbal na leitura do enunciado; bem como teve ajuda verbal por parte da docente de EE na distinção de polígonos e sólidos geométricos (chamada de atenção)! Resolveu a atividade na 3ª tentativa;
Atividade 5 (P3) Perímetro de figuras planas N2						X	Ajuda verbal na leitura do enunciado; Reduz as unidades a metros; Faz o cálculo do perímetro em algoritmo na folha de papel; $0,70m + 0,50m + 0,70m + 0,50m = 1,40$ erro no resultado final do cálculo; Colocou SIM mas não foi capaz de justificar a sua resposta no ambiente do LEMA;
Atividade 6 (FO) Decomposição de figuras no plano			X				1º confirma se tem os 12 fósforos; faz várias tentativas de forma a formar 3 quadrados; quando visualiza o <i>feedback</i> tutorial, volta a colocar os fósforos na posição inicial para fazer o que viu durante o vídeo do <i>feedback</i> tutorial; 

							<p>- O uso do <i>feedback</i> tutorial foi usado no sentido de <i>copy-past</i> e não no sentido que se pretendia;</p> 
Atividade 7 (A3) Comparar áreas de figuras			X				<p>Ajuda verbal na leitura do enunciado; Na primeira vez clica na resposta ao calhas, acerta na segunda tentativa; <b>Justificação:</b> “Eu pensei como está o círculo, a área do quadrado é maior”</p>
Atividade 8 (A6) Calcular áreas						X	<p>Ajuda verbal na leitura do enunciado e na explicação de conceito de área; Não foi capaz de identificar o conceito de área; Na 1ª tentativa não foi capaz de executar a atividade (figura do retângulo dividido – área do triângulo) Quando executou a atividade pela 2ª vez já tinha compreendido o conceito de área (figura do retângulo);</p>
Atividade 9 (I1) Figuras simétricas		X	X				Ajuda verbal na leitura do enunciado;
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)	X		X				<p>Ajuda verbal na leitura do enunciado; 1ª Justificação: “Eu penso que é a B.” 2ª Justificação: “Eu pensei que furou um dos cantos foi um palpite”</p>
Atividade 11 (I14) Propriedades isométricas	X		X				Ajuda verbal na leitura do enunciado;

**2. Empatia com o ambiente digital LEMA**

O aluno durante as atividades propostas aparenta:

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Login	X					X			
Avançar	X					X			
Atividade 1 (Fg3) Identificar figuras geométricas		X				X			
Atividade 2 (Fg4) Contagem de triângulos		X				X			
Atividade 3 (S4) Planificação do cubo		X					X		
Atividade 4 (S15) Distinguir polígonos e poliedros		X				X			
Atividade 5 (P3) Perímetro de figuras planas N2		X				X			
Atividade 6 (FO) Decomposição de figuras no plano		X				X			
Atividade 7 (A3) Comparar áreas de figuras		X				X			
Atividade 8 (A6) Calcular áreas			X			X			
Atividade 9 (I1) Figuras simétricas		X				X			
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)		X				X			
Atividade 11 (I14) Propriedades isométricas		X				X			



- O aluno revelou bastante concentração

a. Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Atividade 1 (Fg3) Identificar figuras geométricas		X				X			
Atividade 2 (Fg4) Contagem de triângulos		X				X			
Atividade 3 (S4) Planificação do cubo		X				X			
Atividade 4 (S15) Distinguir polígonos e poliedros		X				X			
Atividade 5 (P3) Perímetro de figuras planas N2		X				X			
Atividade 6 (FO) Decomposição de figuras no plano		X				X			No <i>feedback</i> tutorial, o aluno esteve atento e acabou por reproduzir o que viu no <i>feedback</i> tutorial.
Atividade 7 (A3) Comparar áreas de figuras		X				X			
Atividade 8 (A6) Calcular áreas		X				X			
Atividade 9 (I1) Figuras simétricas		X				X			
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)		X				X			
Atividade 11 (I14) Propriedades isométricas		X				X			

### 3. Tipo de verbalizações / comunicações do participante

Em que momentos?	O que disse?

### 4. Ocorreram interrupções/desistências?

Sim

Não

X

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

### 5. Ocorreram erros no sistema?

Sim

X

Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?
Atividade FO – aquando o <i>feedback</i> tutorial , ou seja, não foi possível visualizar o vídeo do <i>feedback</i> tutorial.	

### 6. Outros registos

	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
Início da sessão	Calmo; não exprime nenhuma reação em relação ao ambiente digital;
Durante a sessão	Calmo; não exprime nenhuma reação em relação ao ambiente digital;
Final da sessão	Calmo; Desvia de assunto e fala sobre medidas e pesos;

Outros registos	<p>- A leitura dos enunciados foi quase sempre feita pela professora;</p> <p>- Alguns ecrãs do LEMA são maiores que o ecrã do computador – o aluno teve de ser ajudado para subir o ecrã e concluir a tarefa;</p> <p>- Quando o aluno realizou as atividades pela 1ª vez em muitos campos não escreveu a justificação da resposta, da 2ª vez foi necessário muita insistência da professora para o fazer;</p> <p><u>Nota:</u> A professora de EE que acompanhou o aluno interferiu um pouco na resolução das atividades por parte do aluno.</p>
-----------------	---

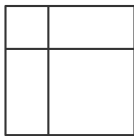

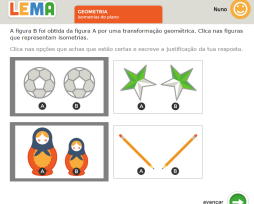
**APÊNDICE 22 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO  
PROTÓTIPO – ALUNO A4**


**LEMA | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	<b>Aluno A4</b>
<b>Identificação do acompanhante</b>	<b>Carmen Alvarinho</b>
<b>Identificação do observador</b>	<b>Isabel Santos</b>
<b>Data da sessão</b>	<b>12 de junho 2015</b>
<b>Local da sessão</b>	<b>Escola Aires Barbosa – Esgueira</b>
<b>Hora de início da sessão</b>	<b>15h 10m</b>
<b>Hora de término da sessão</b>	<b>15h30m</b>

## 1. Execução das tarefas/atividades

	Sem ajuda, com total facilidade e autonomia	Sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia	Com ajuda verbal	Com ajuda física	Com total incapacidade de execução	Não executa a tarefa durante a aferição	Observações
Login			x				O aluno queria colocar o nome e apelido.
Avançar	x						
Atividade 1 (Fg3.2) Identificar figuras geométricas	x						O aluno quando vê o <i>feedback</i> positivo “Muito bem!” verbaliza “muito mal!!!”
Atividade 2 (S15) Distinguir polígonos e poliedros		x					1ª resposta: seleciona o pentágono, hexágono e triângulo (incompleto) 2ª resposta: seleciona o pentágono irregular Como obtém o <i>feedback</i> “Respondeste bem mas está incompleto” verbaliza o seguinte “Vai-te lixar!” 3ª resposta: seleciona o quadrado irregular Quando recebe o <i>feedback</i> “Boa.” Verbaliza: Aquilo não era um polígono”
Atividade 3 (P7) Perímetro de figuras planas N3			x				1ª resposta: 108 000 Recebe um <i>feedback</i> negativo e verbaliza “Vai-te lixar!” A professora que acompanhou o aluno disse “Toma atenção às unidades.” 2ª resposta: 108 “falta um zero” 3ª resposta: 1080 <b>Justificação:</b> $9000 \times 6 = 54\,000$ $54\,000 \times 2 = 108\,000$ $108000 = 1080$ (o aluno verbalizou algo) “” Recebe o <i>feedback</i> “Parabéns” e verbaliza “o caraças”
Atividade 4 (S3) Planificação do cubo		x					1ª resposta: seleciona a 3ª opção 2ª resposta: seleciona a 2ª e 3ª opção O aluno verbaliza o seguinte: “O quê?” “Agora vai isto” e 3ª resposta: seleciona a 1ª e 3ª opção. Verbaliza: “O Nuno é muito esperto.” <u>Nota:</u> o aluno realizou a atividade por exclusão de partes.

Atividade 5 (S13) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos		X					<p>1ª Resposta: seleciona Sim (o aluno verbaliza “Não sei” e a professora diz “então escreve não sei” <b>Justificação:</b> “não sei” <b>Nota:</b> O sistema depois da justificação dá o <i>feedback</i> de “Boa”, o aluno verbaliza “ah, ah!!”</p>
Atividade 6 (Fg4) Contagem de quadrados		X					 <p>“Quantos retângulos aparecem nesta figura?” 1ª resposta: 5 2ª resposta: 7 3ª resposta: 9 O aluno verbaliza “Porque que é 9?”</p>
Atividade7 (A3) Comparar áreas de figuras	X						<p>1ª resposta: C <b>Justificação:</b> “Porque o retângulo é maior que o círculo” O aluno verbaliza para a professora depois de ter visto o <i>feedback</i> positivo “Boa, estás a ver?!”</p>
Atividade 8 (A12) Resolução de problemas – áreas		X					<p>1ª resposta: seleciona Não <b>Justificação:</b> “Porque não dá 11.” O aluno verbaliza para a professora depois de ter visto o <i>feedback</i> positivo “Estás a ver?! Até adivinhei!!!”</p>
Atividade 9 (I6) Identificar transformações geométricas	X						<p>1ª respostas: seleciona translação  O aluno verbaliza para a professora depois de ter visto o <i>feedback</i> positivo “Eu sabia, translação”.</p>
Atividade 10 (I8) Isometrias			X				<p>Qual o aluno visualiza a atividade diz: “Não sei” 1ª Resposta:    2ª Resposta:    3ª Resposta:</p>

						 <p>O aluno não justifica as suas respostas, (provavelmente não viu o campo para justificar a resposta). O aluno verbaliza para a professora depois de ter visto o <i>feedback</i> positivo “Muito bem, eu sabia” <u>Nota:</u> o aluno conseguiu resolver esta atividade através da ajuda do <i>feedback</i> de reforço.</p>
Atividade 11 (I15) Propriedades isométricas		X				<p>1ª Resposta: seleciona a 3ª imagem 2ª Resposta: seleciona a 2ª imagem 3ª Resposta: seleciona a 3ª imagem O aluno aquando o <i>feedback</i> positivo do sistema verbaliza “Ah, pois é!”.</p>

**2. Empatia com o ambiente digital LEMA**

O aluno durante as atividades propostas aparenta:

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Login		X				X			
Avançar		X				X			
Atividade 1 (Fg3.2) Identificar figuras geométricas		X				X			
Atividade 2 (S15) Distinguir polígonos e poliedros		X				X			
Atividade 3 (P7) Perímetro de figuras planas N3		X				X			
Atividade 4 (S3) Planificação do cubo		X				X			
Atividade 5 (S13) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos		X				X			
Atividade 6 (Fg4) Contagem de triângulos		X				X			
Atividade 7 (A3) Comparar áreas de figuras		X				X			
Atividade 8 (A12) Resolução de problemas – áreas		X				X			
Atividade 9 (I6) Identificar transformações geométricas		X				X			
Atividade 10 (I8) Isometrias		X				X			
Atividade 11 (I15)		X				X			

Propriedades isométricas									
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 2.1 Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Atividade 1 (Fg3.2) Identificar figuras geométricas	X					X			
Atividade 2 (S15) Distinguir polígonos e poliedros	X					X			
Atividade 3 (P7) Perímetro de figuras planas N3	X					X			
Atividade 4 (S3) Planificação do cubo	X					X			
Atividade 5 (S13) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos	X					X			
Atividade 6 (Fg4) Contagem de triângulos	X					X			
Atividade 7 (A3) Comparar áreas de figuras	X					X			
Atividade 8 (A12) Resolução de problemas – áreas	X					X			
Atividade 9 (I6) Identificar transformações geométricas	X					X			
Atividade 10 (I8) Isometrias	X					X			
Atividade 11 (I15) Propriedades isométricas	X					X			

Observações: O aluno mostrava bastante motivação, mas mostrava também alguma reação negativa (de reserva) perante os *feedbacks* (do tipo de quem não quer perder nem a feijões), com quem viu o ambiente digital LEMA como um jogo.



### 3. Tipo de verbalizações / comunicações do participante

Em que momentos?	O que disse?
As verbalizações foram constantes ao longo das atividades propostas no LEMA. <u>Nota:</u> As verbalizações estão anotadas na execução das atividades.	

### 4. Ocorreram interrupções/desistências?

Sim

Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

### 5. Ocorreram erros no sistema?

Sim

X

Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?
Atividade S15 – o sistema não permitiu selecionar os elementos.	

### 6. Outros registos

	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
<b>Início da sessão</b>	Antes de iniciar a sessão, o aluno tinha ido fazer uma atividade ao exterior da escola com a professora, vinha a falar com a professora e com um colega, quando viu-nos (eu e o prof. João), recuou e saiu do edifício. A professora disse que o aluno estava motivado para realizar as atividades do LEMA, mas quando nos viu o seu afastamento revelou que não queria participar. Depois da professora falar com o aluno, este aceitou participar, porém estava um pouco agitado quando se sentou.
<b>Durante a sessão</b>	Estava um pouco agitado, do tipo de quem queria acabar aquela tarefa o mais rapidamente possível.
<b>Final da sessão</b>	Estava um pouco agitado, do tipo de quem queria acabar aquela tarefa o mais rapidamente possível.

**Outros registos**

O aluno foi muito rápido na realização das atividades;

**APÊNDICE 23 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO  
PROTÓTIPO – ALUNO A6**

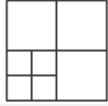
**LEMA | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	<b>Aluno A6</b>
<b>Identificação do acompanhante</b>	<b>Elza Lobo</b>
<b>Identificação do observador</b>	<b>Isabel Santos</b>
<b>Data da sessão</b>	<b>11 de junho de 2015</b>
<b>Local da sessão</b>	<b>Escola Jaime Magalhães Lima – Esgueira</b>
<b>Hora de início da sessão</b>	<b>16h</b>
<b>Hora de término da sessão</b>	<b>16h30m</b>

## 1. Execução das tarefas/atividades

	Sem ajuda, com total facilidade e autonomia	Sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia	Com ajuda verbal	Com ajuda física	Com total incapacidade de execução	Não executa a tarefa durante a aferição	Observações
Login	x						
Avançar	x						
Atividade 1 (S9) Resolver problemas com sólidos geométricos e suas planificações	x						Não teve qualquer dúvida em selecionar a opção certa – “prisma”; respondeu certo na 1ª tentativa.
Atividade 2 (S14) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos	x						1ª Resposta::15 Expressou espanto perante o aparecimento do espaço para a justificação. <b>Justificação:</b> “A figura representa a base de um prisma pentagonal e esse sólido tem 15 arestas e cada palhinha representa as arestas.”
Atividade 3 (A8) Calcular áreas de triângulos		x					* pediu para usar calculadora que estava na mochila para resolver esta atividade; 1ª Resposta: azul: 900, verde: 600, vermelho: 300, amarelo: 200; Depois de verificar que as suas respostas estavam erradas exclamou “Eh pah!” e retificou as respostas ao calhas, não refletiu sobre os valores que colocou, apenas trocou a ordem dos mesmos. 2ª Resposta: azul: 600, verde: 900; vermelho: 200; amarelo: 300; Ao ver que as respostas encontravam-se novamente erradas disse: “Só se daqui a aqui for 25cm (altura do papagaio) 3ª Resposta: azul: 750; verde: 750; vermelho: 250; amarelo: 250; Nota: Para resolver esta atividade utilizou a fórmula para calcular a área do triângulo $A = \frac{b \times h}{2}$
Atividade 4 (A12)	x						1ª Resposta: Não (não hesitou na resposta que deu)

Resolução de problemas – áreas						Quando viu o campo para justificar a resposta, expressou algum desânimo... “Hã, temos de justificar...epah não sei justificar...” Mostra-se pensativo para saber como pode justificar <b>Justificação:</b> “Porque a região sombreada corresponde a 12 triângulos e não a 11.”
Atividade 5 (S3) Planificação do cubo		x				1ª Resposta: escolhe a central (2ª) Como obteve o seguinte <i>feedback</i> : “Respondeste bem mas está incompleto!” na 2ª Resposta: seleciona a 1ª e a 2ª (não refletiu muito sobre as opções que selecionou) 3ª Resposta: seleciona a 2ª e a 3ª opção Acertou na 3ª tentativa por tentativa erro, não conseguiu visualizar as planificações corretas;
Atividade 6 (P7) Perímetro de figuras planas N3	x					1ª Resposta: 1080 m Cálculos que efetuou no papel $P = 9000 \times 6$ $P = 54\,000 \text{ cm}$ $54\,000 \times 2 = 108\,000 \text{ cm}$ $108\,000 \text{ cm} = 1080 \text{ m}$ O aluno expressa novamente espanto “OH!!!” perante a necessidade de justificar. <b>Justificação:</b> “ São necessários 1080m de rede porque a vedação do terreno corresponde ao seu perímetro e como deu 2 voltas completas com a rede percorreu 1080m.
Atividade 7 (FO) Decomposição de figuras no plano					x	Faz várias movimentações com os fósforos, mas não consegue chegar a nenhuma conclusão, volta a colocar os fósforos na posição inicial. Faz mais algumas movimentações e clica no botão avançar e obtém o <i>feedback</i> negativo. Verbaliza “Não consigo fazer este...” Mostra-se bastante pensativo, a professor de EE que o acompanha diz “Se não sabes avançar”, movimenta alguns fósforos e clica no botão avançar, obtém o <i>feedback</i> “tenta novamente!” e visualiza o <i>feedback</i> tutorial. 3ª resposta: reproduz a figura que viu no <i>feedback</i> tutorial. Como obtém o <i>feedback</i> positivo “boa” ao clicar no botão avançar,

						verbaliza o seguinte: “Então eu vi a resposta! Eh!”
Atividade 8 (Fg5) Contagem de quadrados					X	<p>Perante a questão “Quantos quadrados aparecem na figura, o aluno responde: (1ª resposta) – 2</p> <p>(o computador bloqueia no momento do <i>feedback</i> e não aparece o botão para continuar)</p> <p>Ao colocar a mesma atividade</p>  <p>aparece outra imagem, o aluno perante esta imagem responde (2ª resposta) – 2</p> <p>(Nota: talvez o aluno não tenha reparado que era uma nova imagem)</p> <p>3ª Resposta – 6</p> <p><i>Feedback</i> “Vamos experimentar outra atividade”</p>
Atividade 9 (I2) Dobragens (pensamento visual)			X			<p>1ª Resposta: 9</p> <p>Volta a visualizar o vídeo mais uma vez.</p> <p>2ª resposta: 6</p> <p>Visualiza o <i>feedback</i> tutorial e verbaliza o seguinte:</p> <p>“Era 8. Ah, pois é, 2<sup>3</sup>!”</p> <p><b>Justificação:</b> “Porque como a folha foi dobrada 3 vezes e em cada vez no fim ficará dividida em 8 partes.</p> <p><u>Nota:</u> Conseguiu executar a atividade com a ajuda do <i>feedback</i> tutorial.</p>
Atividade 10 (I13) Resolução de problemas – transformações geométricas		X				<p>Quando o aluno visualiza esta atividade, verbaliza o seguinte: “Não me lembro desta matéria.”</p> <p>1ª resposta: seleciona a 2ª opção</p> <p>2ª resposta: seleciona a 1ª opção</p> <p>3ª resposta: seleciona as duas opções</p> <p>O aluno ao verificar que as duas opções estão corretas verbaliza o seguinte: “São os dois, então!”</p> <p>Ao ver o campo para justificar a resposta, diz: “Agora não sei como é que justifica.” Depois de pensar um pouco escreve:</p> <p><b>Justificação:</b> “Porque a figura tem ambas as simetrias e como cada menino mencionou uma simetria então os dois estão certos.</p> <p><u>Nota:</u> Respondeu à 3ª tentativa por exclusão de partes.</p>
Atividade 11 (I15) Propriedades Isométricas	X					<p>1ª resposta: selecionou a resposta certa.</p>

**2. Empatia com o ambiente digital LEMA**

O aluno durante as atividades propostas aparenta:

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Login		X				X			
Avançar		X				X			
Atividade 1 (S9) Resolver problemas com sólidos geométricos e suas planificações		X				X			
Atividade 2 (S14) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos		X				X			
Atividade 3 (A8) Calcular áreas de triângulos		X				X			
Atividade 4 (A12) Resolução de problemas – áreas		X				X			
Atividade 5 (S3) Planificação do cubo		X				X			
Atividade 6 (P7) Perímetro de figuras planas N3		X				X			
Atividade 7 (FO) Decomposição de figuras no plano		X				X			
Atividade 8 (Fg5) Contagem de quadrados		X				X			
Atividade 9 (I2) Dobragens (pensamento visual)		X				X			
Atividade 10 (I13)		X				X			

Resolução de problemas – transformações geométricas								
Atividade 11 (I15) Propriedades Isométricas		X				X		

**Nota** Em todas as atividades o comportamento do aluno foi idêntico. Só verbalizava quando era para justificar, para mostrar o seu descontentamento. O aluno mostrou-se com satisfação de forma global ao longo da realização das atividades.

## 2.2 Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Atividade 1 (S9) Resolver problemas com sólidos geométricos e suas planificações		X				X			
Atividade 2 (S14) Relacionar propriedades dos sólidos geométricos		X				X			
Atividade 3 (A8) Calcular áreas de triângulos			X			X			
Atividade 4 (A12) Resolução de problemas – áreas		X				X			
Atividade 5 (S3) Planificação do cubo			x			X			
Atividade 6 (P7) Perímetro de figuras planas N3		X				X			
Atividade 7 (FO) Decomposição de figuras no plano		X				X			
Atividade 8 (Fg5) Contagem de quadrados			X			X			
Atividade 9 (I2)		X				X			



Dobragens (pensamento visual)									
Atividade 10 (I13) Resolução de problemas – transformações geométricas		X				X			
Atividade 11 (I15) Propriedades Isométricas		x				X			

**Nota:** O aluno quando acertava não mostrava nenhuma reação ao *feedback*. Só mostrava alguma reação quando não acertava, muitas vezes por admiração por ele ter errado.

### 3. Tipo de verbalizações / comunicações do participante

Em que momentos?	O que disse?
Quando finalizou a atividade S14 – verbalizou – “Já está!”  O aluno fez várias verbalizações, normalmente, perante os campos para justificar as suas respostas e os <i>feedbacks</i> negativos.	

### 4. Ocorreram interrupções/desistências?

Sim		Não	X
-----	--	-----	---

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

### 5. Ocorreram erros no sistema?

Sim	X	Não	
-----	---	-----	--

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?
Na atividade 8 (contagem dos quadrados) aquando o <i>feedback</i> de reforço, não apareceu o botão “Continuar”.	

## 6. Outros registos

	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
<b>Início da sessão</b>	Calmo e concentrado no seu desempenho.
<b>Durante a sessão</b>	Calmo e concentrado no seu desempenho.
<b>Final da sessão</b>	Calmo e concentrado no seu desempenho.
<b>Outros registos</b>	Ao da sessão o aluno teve um comportamento típico de uma criança, não tendo qualquer manifestação de autismo.

**APÊNDICE 24 – REGISTO DAS ANOTAÇÕES DA SESSÃO DE TESTE E AVALIAÇÃO INICIAL DO  
PROTÓTIPO – ALUNO A7**

**LEMA | Grelha de observação**

<b>Identificação do participante</b>	Aluno A7
<b>Identificação do acompanhante</b>	Carmem Alvarinho
<b>Identificação do observador</b>	Isabel Santos
<b>Data da sessão</b>	12 de junho de 2015
<b>Local da sessão</b>	Escola Aires Barbosa
<b>Hora de início da sessão</b>	16h20m
<b>Hora de término da sessão</b>	17h

## 1. Execução das tarefas/atividades

	Sem ajuda, com total facilidade e autonomia	Sem ajuda, com alguma facilidade e autonomia	Com ajuda verbal	Com ajuda física	Com total incapacidade de execução	Não executa a tarefa durante a aferição	Observações
Login	x						
Avançar	x						
Atividade 1 (Fg2) Identificar figuras geométricas	x						Executou a atividade sem qualquer problema. (no final desta atividade o telemóvel do aluno toca)
Atividade 2 (I6) Identificar transformações geométricas		x					Em lugar o aluno explora os botões do vídeo 1ª resposta: Seleciona Translação. <u>Nota:</u> O aluno seleciona a opção correta mas fá-lo com muita hesitação e verbaliza o seguinte: “Parece-me translação, mas não sei se está bem!”
Atividade 3 (I1) Figuras simétricas	x						1ª Resposta: Seleciona sem hesitação as quadriculas corretas Quando visualiza o <i>feedback</i> positivo verbaliza “Sou mesmo esperto!” (Bateram à porta)
Atividade 4 (A1) Comparar áreas de figuras			x				O aluno tentou não responder com curiosidade de ver o <i>feedback</i> . Verbaliza: “esta é difícil. É muito complicada!” Depois da ajuda verbal dada pela professora, o aluno chegou à resposta certa. 2ª resposta: 10
Atividade5 (A3) Comparar áreas de figuras		x					1ª Resposta: C (acerta na resposta) <u>Nota:</u> O aluno distrai-se com facilidade e fala de outros assuntos. <b>Justificação:</b> “Porque quadrado é grande e o círculo é mais pequeno.” O aluno verbaliza “Yes!” – satisfação ao ver o <i>feedback</i> positivo
Atividade 6 (S1) Identificar sólidos geométricos	x						Executou a atividade sem qualquer problema.
Atividade 7 (S6)	x						Executou a atividade sem qualquer problema.

Planificação sólidos geométricos							1ª Resposta: escreve cone e seleciona a planificação certa.
Atividade8 (P8) Perímetro de figuras planas N3					X		1ª resposta: 20 Verbaliza: “Ah esqueci-me dos de cima” 2ª resposta: 80 Verbaliza “Ui, é difícil!” 3ª resposta: 40 Quando o aluno visualiza o <i>feedback</i> “Vamos tentar outra atividade.” O aluno fica desmotivado, frustrado e verbaliza “Desculpa Carmen por não ter acertado na resposta.”
Atividade 9 (P5) Perímetro de figuras planas N1	X						Como o aluno estava desmotivado por não ter conseguido responder bem a atividade anterior, a professora para que o aluno ultrapassa-se este sentimento leu o enunciado desta atividade como estratégia. Ajuda verbal para a leitura do enunciado. 1ª resposta: 24 <b>Justificação:</b> “Somei os dois números duas vezes.”
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)			X		X		O aluno quando visualiza a atividade diz “Não percebi!”, durante a atividade o aluno vê o vídeo várias vezes. 1ª resposta: Seleciona a opção C.  Recebe o <i>feedback</i> “Vê melhor.”. O aluno volta a ver o vídeo várias vezes. 2ª resposta: seleciona a opção B. <b>Justificação:</b> “Vendo o vídeo algumas vezes.”
Atividade 11 (I14) Propriedades isométricas	X						1ª resposta: selecionou a opção certa O aluno a ver que tinha acertado na resposta verbaliza “à primeira tentativa. Ah, ah...”

**2. Empatia com o ambiente digital LEMA**

O aluno durante as atividades propostas aparenta:

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Login	X					X			
Avançar	X					X			
Atividade 1 (Fg2) Identificar figuras geométricas	X					X			
Atividade 2 (I6) Identificar transformações geométricas	X					X			
Atividade 3 (I1) Figuras simétricas	X					X			
Atividade 4 (A1) Comparar áreas de figuras			X			X			
Atividade5 (A3) Comparar áreas de figuras			X				X		
Atividade 6 (S1) Identificar sólidos geométricos	X					X			
Atividade 7 (S6) Planificação sólidos geométricos	X					X			
Atividade8 (P8) Perímetro de figuras planas N3			X				X		
Atividade 9 (P5) Perímetro de figuras planas N1		X				X			
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)		X				X			
Atividade 11 (I14)		X				X			

Propriedades isométricas									
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 2.3 Reação perante o *feedback* de reforço / tutorial

	Muita motivação e satisfação	Alguma motivação e satisfação	Pouca motivação e satisfação	Nenhuma motivação e satisfação	Não executou esta atividade	Nenhuma distração ou cansaço	Alguma distração ou cansaço	Muita distração ou cansaço	Observações
Atividade 1 (Fg2) Identificar figuras geométricas	X					X			
Atividade 2 (I6) Identificar transformações geométricas	X					X			
Atividade 3 (I1) Figuras simétricas	X					X			
Atividade 4 (A1) Comparar áreas de figuras		x				X			
Atividade5 (A3) Comparar áreas de figuras	A					X			
Atividade 6 (S1) Identificar sólidos geométricos	X					X			
Atividade 7 (S6) Planificação sólidos geométricos	X					X			
Atividade8 (P8) Perímetro de figuras planas N3			X			X			"Desculpa Carmen por não ter acertado na resposta."
Atividade 9 (P5) Perímetro de figuras planas N1	X					X			
Atividade 10 (I3) Dobragens (pensamento visual)		X				X			
Atividade 11 (I14) Propriedades isométricas	X					X			

Observações: O aluno mostrava muita satisfação com os *feedbacks* positivos. Não reagia muito bem ao *feedback* de desistência da atividade. → este *feedback* não deveria ser de desistência, mas sim de diminuição da dificuldade, para dar oportunidade de acertar e lhe trazer satisfação. Aquando o *feedback* de passagem para outra atividade, o aluno tende a desistir também. (Nota para este tipo de perfil).

### 3. Tipo de verbalizações / comunicações do participante

Em que momentos?	O que disse?
As verbalizações foram constantes ao longo das atividades propostas no LEMA. <u>Nota:</u> As verbalizações estão anotadas na execução das atividades.	

### 4. Ocorreram interrupções/desistências?

Sim X Não

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?
No final da 1ª atividade (Fg2) o telemóvel do aluno toca. No final da 3ª atividade (I1) bateram à porta. Uma funcionária da escola a perguntar por um aluno. <u>Nota:</u> Todas as interrupções foram de ordem externas ao ambiente digital LEMA	

### 5. Ocorreram erros no sistema?

Sim Não X

Em caso afirmativo:

Em que momentos?	Quais os motivos?

### 6. Outros registos

	Registo de observações relativas ao comportamento/atitude do participante
<b>Início da sessão</b>	O aluno mostrava-se bastante motivado para a realização das atividades
<b>Durante a sessão</b>	Houve uma vez que aluno distraiu-se e queria falar doutro assunto.
<b>Final da sessão</b>	O aluno mostrava satisfação.
<b>Outros registos</b>	Antes desta sessão, o aluno teve uma semana de férias, o que poderá ter aumentado o seu nível de concentração para atividades de matemática, uma vez que o aluno não gosta muito das atividades de matemática.



## **APÊNDICE 25 – GUIÃO DE INQUÉRITO POR ENTREVISTA A PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO ESPECIAL**



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

### Guião de inquérito por entrevista a docentes de educação especial

#### **Tema:**

As TIC no apoio ao desenvolvimento do Raciocínio Matemático de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo – Aferição LEMA 1

#### **Duração:**

60 minutos

#### **Descrição da etapa metodológica e dos resultados esperados:**

O presente inquérito entrevista tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à aferição do ambiente digital de aprendizagem LEMA, de forma a averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas ao perfil do utilizador. Especificamente, pretende-se compreender a perceção dos docentes de educação especial em relação à utilização da LEMA nos processos de ensino e aprendizagem dos alunos selecionados para testar o LEMA, particularmente no que respeita ao desenvolvimento do raciocínio dedutivo destes alunos.

#### **Objetivos da entrevista:**

Recolha de informação que permita averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas;

Perceber de que forma o LEMA pode apoiar os alunos com PEA no processo de ensino e aprendizagem da matemática, em particular no tópico da Geometria;

Recolher a perceção dos docentes acerca da utilização do LEMA no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, no sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático;

#### **Identificação dos entrevistados:**

Nesta fase inicial serão realizadas entrevistas aos docentes de educação especial que acompanham os estudos de caso selecionados para a presente investigação.

Blocos	Objetivos	Questões / Observações
<b>A.</b> <b>Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar os objetivos da entrevista;</li> <li>- Motivar o entrevistado a responder sincera e livremente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar a entrevistadora;</li> <li>- Garantir a confidencialidade dos dados recolhidos;</li> <li>- Informar as finalidades e os objetivos da entrevista;</li> <li>- Solicitar a colaboração, já que o contributo é imprescindível;</li> <li>- Pedir autorização para gravar a entrevista em áudio, garantindo o anonimato e assegurando que os dados apenas vão ser utilizados nesta investigação;</li> </ul>
<b>B.</b> <b>Perfil do Entrevistado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informação que permita a caracterização do entrevistado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação do docente;</li> <li>- Qual a sua formação académica? (Habilitações académicas)</li> <li>- Tipo e natureza das funções que desempenha;</li> <li>- Há quanto tempo desempenha essas funções;</li> </ul>
<b>C.</b> <b>Caraterização do ambiente digital LEMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Percecionar que características deve possuir um ambiente digital de aprendizagem para a promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças/jovens com PEA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como qualificaria o LEMA, quanto à sua facilidade de utilização?</li> <li>- O LEMA apresenta um ambiente amigável apropriado a crianças/jovens com PEA?</li> <li>- O LEMA possui navegabilidade intuitiva, simples e eficiente?</li> <li>- O LEMA exprime enunciados claros e mensagens amigáveis, claras e fáceis de serem entendidas pelas crianças/jovens com PEA? Se não, de que forma entende que essas mensagens e enunciados devem ser apresentados?</li> <li>- As mensagens de <i>feedback</i> de reforço são adequadas às PEA? Se não, de que forma entende que essa adequação deve ser feita?</li> <li>- As mensagens de <i>feedback</i> tutorial são adequadas? Se não, de que forma entende que essa adequação deve ser feita?</li> <li>- O LEMA está ajustado às necessidades específicas das PEA? De que forma?</li> <li>- O LEMA representa um ambiente potenciador de aprendizagem autónoma?</li> </ul>
<b>D.</b> <b>Utilização do ambiente digital LEMA por parte dos alunos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher informações sobre a perceção dos docentes relativamente à utilização do LEMA no processo de ensino e aprendizagem de alunos com PEA?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De que forma considera que as necessidades e especificidades das PEA foram consideradas na conceção do LEMA?</li> <li>- O que acha da quantidade de informação em cada ecrã?</li> <li>- O que acha do ambiente gráfico do LEMA?</li> <li>- Em que ecrãs julga que o LEMA consegue despertar a atenção do utilizador e promover a sua manutenção ao longo da utilização do mesmo?</li> <li>- Em que ecrãs julga que o LEMA melhor se adapta ao nível do utilizador, promovendo a aplicação de competências já adquiridas e a aprendizagem das novas?</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- O LEMA atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão do utilizador?</li> </ul>
<b>E. Desenvolvimento do raciocínio matemático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obter opinião acerca da utilização do LEMA no processo de ensino e aprendizagem, no sentido da promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático;</li> <li>- Averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual o interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento do raciocínio matemático de crianças/jovens com PEA?</li> <li>- O LEMA apresenta conteúdos e vocabulário adequados às PEA, no sentido da promoção do raciocínio matemático?</li> <li>- As atividades incorporadas no LEMA são estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de crianças/jovens com PEA?</li> <li>- As estratégias utilizadas para a promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático são eficazes? Porquê?</li> <li>- Nas atividades apresentadas que outro tipo de estratégias gostaria de ver implementadas?</li> </ul>
<b>F. Síntese</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Averiguar quais as potencialidades de um ambiente digital de aprendizagem desta natureza no processo de ensino e aprendizagem de crianças/jovens com PEA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera importante o desenvolvimento de um ambiente digital desta natureza? Porquê?</li> <li>- Quais são para si as mais valias do LEMA?</li> <li>- Quais são para si os principais problemas do LEMA?</li> <li>- Acha pertinente utilizar este ambiente digital em sala de aula? Porquê?</li> <li>- O que gostaria de ver implementado no LEMA que ainda não tenha sido implementado?</li> <li>- Utilizaria o LEMA no futuro? Porquê?</li> </ul>
<b>G. Agradecimentos</b>		

## APÊNDICE 26 – QUESTIONÁRIO PRÉ-FORMAÇÃO

### Questionário Pré-formação LEMA

Este inquérito por questionário enquadra-se no âmbito de uma investigação conducente a doutoramento do Programa Doutoral em Multimédia em Educação (Departamento de Comunicação e Arte / Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro) em articulação com a Linha Temática Geometrix do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações (CIDMA), sediado no Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro.

Este questionário é dirigido aos formandos inscritos na ação de formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA" e tem como objetivo averiguar a utilização das TIC no processo de ensino e de aprendizagem de alunos com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA) e as expectativas dos formandos em relação à ação de formação.

Toda a informação recolhida será utilizada apenas para este fim e a confidencialidade das respostas é totalmente garantida.

**\*Obrigatório**

1. Endereço de email \*

---

### 1. Perfil do formando

2. 1.1. Qual o seu nome? \*

---

3. 1.2. Qual a sua faixa etária? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ < 20  
☐ 20 - 30  
☐ 31 - 40  
☐ 41 - 50  
☐ > 50

4. 1.3. Qual a sua formação académica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ 12.º ano  
☐ Licenciatura  
☐ Mestrado  
☐ Doutoramento  
☐ Outra: \_\_\_\_\_

5. 1.3.1. Especifique o nome da formação académica assinalada acima. \*

---

---

---

---

---

6. 1.4. Qual o tipo e natureza das funções profissionais que desempenha? \*

---

---

---

---

---

7. 1.4.1. Há quanto tempo desempenha essas funções? \*

---

## 2. Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)

8. 2.1. Com que frequência utiliza os seguintes dispositivos no apoio à aprendizagem da matemática com crianças com PEA? \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Utilizo todos os dias	Utilizo algumas vezes por semana	Utilizo algumas vezes por mês	Utilizo algumas vezes por ano	Não utilizo
Computador de secretária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computador portátil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel 3ª geração/smartphones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consola/vídeo jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. 3.2. Qual o seu grau de interesse formativo em relação às TIC no apoio ao processo de ensino e aprendizagem da matemática com crianças com PEA? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nulo
- ☐ Reduzido
- ☐ Razoável
- ☐ Elevado
- ☐ Muito Elevado

14. 3.3. Qual o seu principal interesse por esta ação de formação? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Progressão na carreira
- ☐ Aprofundamento de uma técnica/estratégia
- ☐ Atualização de conhecimentos
- ☐ Melhoria no meu desempenho profissional
- ☐ Outra: \_\_\_\_\_

15. 3.4. Quais as suas expectativas em relação ao ambiente digital de aprendizagem matemática LEMA para crianças com PEA? \*

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 27 – QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE DO AMBIENTE DIGITAL LEMA

### Questionário de Usabilidade - LEMA

O presente inquérito por questionário tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à aferição do ambiente digital de aprendizagem LEMA, de forma a averiguar a adequação científica-pedagógica das atividades implementadas ao perfil do utilizador. Especificamente, pretende-se compreender a perceção dos formandos em relação à utilização do LEMA nos processos de ensino e aprendizagem de crianças com Perturbações do Espectro do Autismo, particularmente no que respeita ao desenvolvimento de competências matemáticas destas crianças.

Toda a informação recolhida será utilizada apenas para este fim e a confidencialidade das respostas é totalmente garantida.

Agradeço a sua disponibilidade e colaboração, fatores fundamentais para o sucesso desta investigação.

**\*Obrigatório**

#### 1. Endereço de email \*

---

### 1. Utilização do ambiente digital LEMA nas Perturbações do Espectro do Autismo

#### 2. 1.1. Posicione a sua concordância relativamente a: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Discordo plenamente	Discordo	Concordo	Concordo plenamente
O LEMA apresenta um ambiente amigável apropriado a crianças/jovens com PEA?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O LEMA possui navegabilidade intuitiva, simples e eficiente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O LEMA atende aos conhecimentos, aptidões linguísticas e compreensão do utilizador com PEA?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O LEMA apresenta conteúdos e vocabulário adequados às PEA, no sentido da promoção do raciocínio matemático?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. 1.2. O LEMA exprime enunciados claros e mensagens amigáveis, claras e fáceis de serem entendidas pelas crianças/jovens com PEA? \*



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim  
☐ Não

4. 1.2.1. Se não, de que forma entende que essas mensagens e enunciados devem ser apresentados?

---

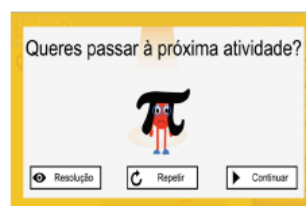
---

---

---

---

5. 1.3. As mensagens de feedback de reforço são adequadas às PEA? \*



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim  
☐ Não



6. 1.3.1. Se não, de que forma entende que essa adequação deve ser feita?

---

---

---

---

---

7. 1.4. As mensagens de feedback tutorial são adequadas? \*



**Resolução**

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

8. 1.4.1. Se não, de que forma entende que essa adequação deve ser feita?

---

---

---

---

---

9. 1.5. O LEMA está ajustado às necessidades específicas das PEA? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

10. 1.5.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

11. 1.6. O LEMA representa um ambiente potenciador de aprendizagem autónoma? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim  
☐ Não

12. 1.6.1. Porquê \*

---

---

---

---

---

13. 1.7. O que acha da quantidade de informação em cada ecrã? \*

---

---

---

---

---

14. 1.8. O que acha do ambiente gráfico do LEMA? \*



---

---

---

---

---

15. 1.9. Qual o interesse, utilidade e importância que o LEMA despoleta no desenvolvimento de competências matemáticas de crianças/jovens com PEA? \*

---

---

---

---

---

16. 1.10. As atividades incorporadas no LEMA são estruturadas e adaptadas aos estilos de aprendizagem de crianças/jovens com PEA? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim  
☐ Não

17. 1.10.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

18. 1.11. As estratégias utilizadas para a promoção do desenvolvimento de competências matemáticas são eficazes? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim  
☐ Não

19. 1.11.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

20. 1.12. Nas atividades apresentadas que outro tipo de estratégias/funcionalidades gostaria de ver implementadas? \*

---

---

---

---

---

## 2. Reflexão

21. Considerando a sua exploração e análise científica-pedagógica do ambiente digital LEMA, faça uma reflexão crítica sobre a utilização do LEMA com crianças com PEA e de que forma o LEMA pode potenciar o desenvolvimento de competências matemáticas nestas crianças. \*

---

---

---

---

---



## APÊNDICE 28 – QUESTIONÁRIO SOBRE A ADEQUAÇÃO CIENTÍFICA-PEDAGÓGICA DAS ATIVIDADES INCORPORADAS NO LEMA

### Questionário sobre a adequação científica-pedagógica das atividades incorporadas no LEMA

O presente inquérito por questionário tem como intuito averiguar a perceção dos formandos em relação à adequação científica-pedagógica de cada atividade incorporada no ambiente digital LEMA considerando perfis individualizados de utilizadores com Perturbações do Espectro do Autismo. Especificamente, pretende-se compreender quais as fragilidades, no caso de existirem, de cada atividade e sugestões de melhoria, para que o LEMA responda efetivamente às necessidades das crianças com Perturbações do Espectro do Autismo no que respeita ao desenvolvimento de competências matemáticas.

\*Obrigatório

#### 1. Endereço de email \*

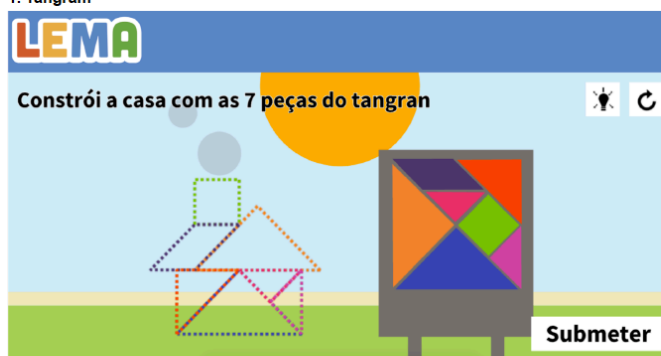
\_\_\_\_\_



### Atividades incorporadas no LEMA

Posicione a sua concordância relativamente à adequação científica-pedagógica para cada atividade:

#### 2. 1. Tangram \*



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4

Nada adequada   ☐   ☐   ☐   ☐   Muito adequada

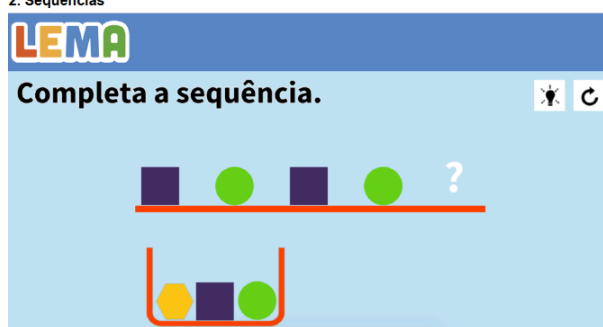
#### 3. 1.1. Fragilidades

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 4. 1.2. Sugestões de melhoria

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. 2. Sequências \*



Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	
Nada adequada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito adequada

6. 2.1. Fragilidades

---



---



---



---



---

7. 2.2. Sugestões de melhoria

---



---

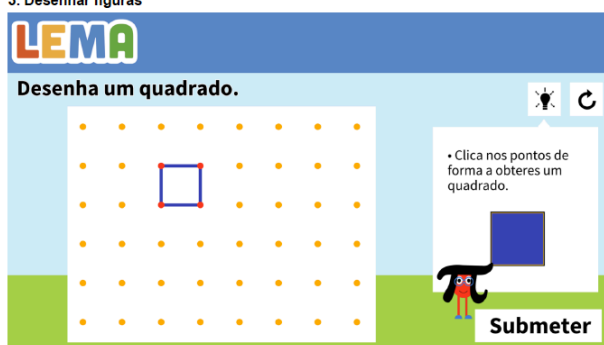


---



---

8. 3. Desenhar figuras \*



Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	
Nada adequada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito adequada

9. 3.1. Fragilidades:

---



---



---



---



---

10. 3.2. Sugestões de melhoria:

---



---



---



---



---

## APÊNDICE 29 – QUESTIONÁRIO PÓS-FORMAÇÃO

### Questionário pós-formação LEMA

O presente inquérito por questionário tem como intuito apoiar o processo de recolha de dados conducente à aferição do ambiente digital de aprendizagem LEMA, de forma a averiguar a perceção dos formandos em relação à utilização do LEMA nos processos de ensino e aprendizagem de crianças com Perturbações do Espectro do Autismo e à ação de formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA".

Toda a informação recolhida será utilizada apenas para este fim e a confidencialidade das respostas é totalmente garantida.

Agradeço a sua disponibilidade e colaboração, fatores fundamentais para o sucesso desta investigação.

**\*Obrigatório**

1. Endereço de email \*

---

### 1. Apreciação geral sobre o ambiente digital LEMA

2. 1.1. Considera importante o desenvolvimento de um ambiente digital desta natureza? \*

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Sim

☐ Não

3. 1.1.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

4. 1.2. Quais são para si as mais valias do LEMA? \*

---

---

---

---

---

5. 1.3. Quais são para si as principais fragilidades do LEMA? \*

---

---

---

---

---

6. 1.4. Classifique a adaptabilidade do LEMA nos seguintes contextos: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada adequado	Pouco adequado	Adequado	Muito adequado
Escola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gabinete psicoeducativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. 1.5. O que gostaria de ver implementado no LEMA que ainda não tenha sido implementado (sugestões de melhoria)? \*

---

---

---

---

---

8. 1.6. Utilizaria o LEMA no futuro? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim  
☐ Não

9. 1.6.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

## 2. Avaliação da ação de formação



10. 2.1. A ação de formação correspondeu às suas expectativas? \*

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

11. 2.1.1. Porquê? \*

---

---

---

---

---

**3. Contributos da ação da formação "Funcionalidades do Ambiente Digital de Aprendizagem Matemática para crianças com PEA: LEMA"**

12. 3.1. De que forma esta ação de formação contribuiu para o desenvolvimento das suas competências? \*

---

---

---

---

---

13. 3.2. Observações e sugestões de melhoria: \*

---

---

---

---

---